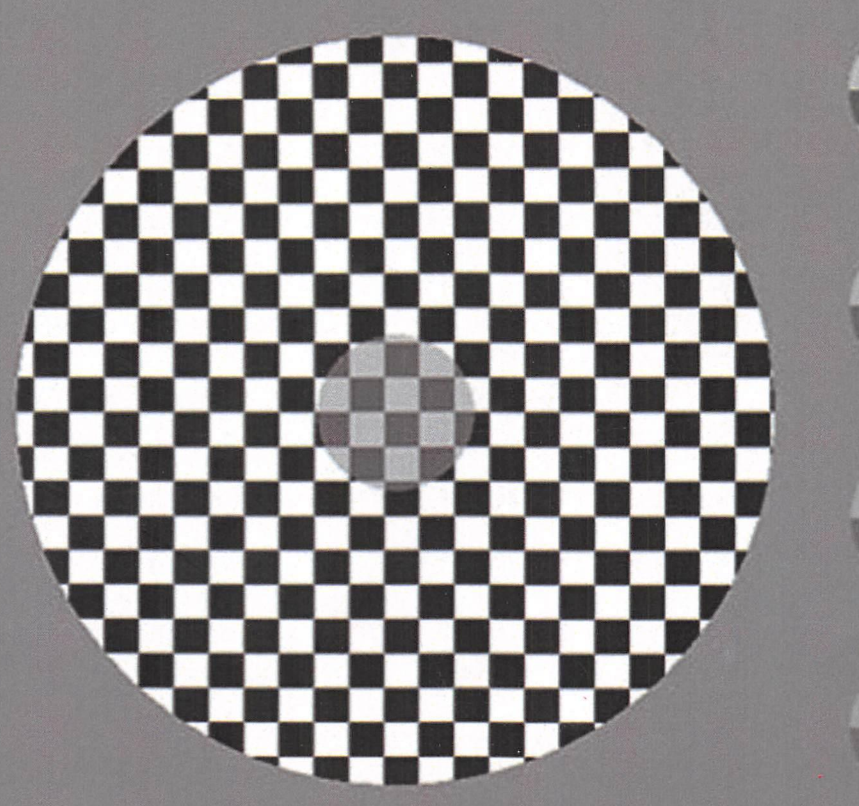
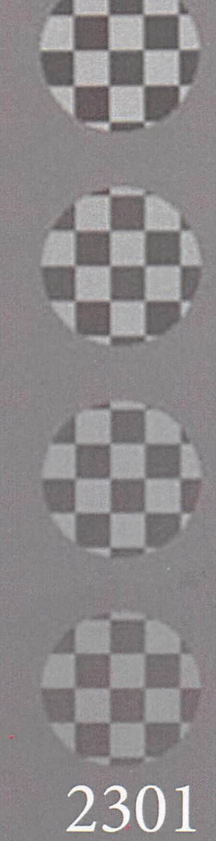
# كيف يُخْدَع البصر

تأليف: ريتشارد جريجوري

ترجمة: فؤاد أبو المكارم

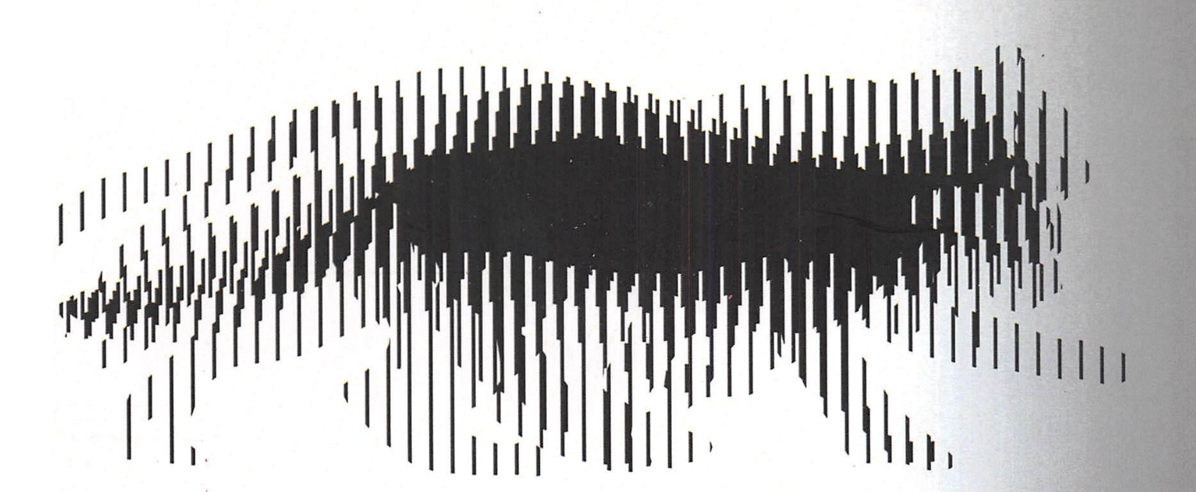
المركز القومي للترجمة





2301

يطرح المؤلف تفسيراً للخداعات البصرية. ثم يأخذنا فى ضوء هذا التفسير عبر طرق عديدة يتم بها خداع مخنا - مثل عدم الثبات والتشويه والعمى عن التفاصيل الصغيرة والتناقض... إلخ. وباستخدام العديد من الأمثلة، يوضح كيف تمدنا هذه الخداعات باستبصارات مهمة حول الكيفية التى يدرك بها مخنا العالم. وتوقعنا الخداعات فى الخطأ لأننا لا نعتمد فى تفسير العالم على عيوننا فحسب، وإنما أيضا على المعرفة الفطرية والقواعد الخاصة بالكيفية التى يتعامل بها العالم، وعلى ما نتعلمه من الخبرة. إننا نرى ما نتوقع أن نراه ونتطور لرؤيته. ومالم يكن الأمر على هذا النحو، فلا يمكن أن تكون هناك خداعات، ولا سحر.



# كيف يُخْدَع البصر

المركز القومى للترجمة
تأسس فى أكتوبر ٢٠٠٦ تحت إشراف: جابر عصفور
مدير المركز: أنور مغيث

- العدد: 2301
- كيف يُخدع البصر
- ريتشارد جريجورى
- فؤاد أبو المكارم
- اللغة: الإنجليزية
- الطبعة الأولى 2014

هذه ترجمة كتاب:
SEEING THROUGH ILLUSIONS:
Making Senses of the Senses - 1st Edition
By: Richard Gregory
was originally published in English in 2009



شارع الجبلاية بالأوبرا- الجزيرة- القاهرة. ت: ٢٧٣٥٤٥٢٤ فاكس: ٢٧٣٥٤٥٥٤
El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo.
E-mail: nctegypt@nctegypt.org Tel: 27354524 Fax: 27354554

# كيف يُخْدَع البصر

تـــأليف : ريتشـــارد جريجوري

تـــرجمـة: فـــؤاد أبـــو المكـــارم



2014

بطاقة الفهرسة
إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية
إدارة الشئون الفنية

جريجوري، ريتشارد.
كيف يخدع البصر / تأليف: ريتشارد جريجوري ، ترجمة وتقديم: فؤاد أبو المكارم
ط ١ - القاهرة: المركز القومي للترجمة، ٢٠١٤
٣٣٢ ص، ٢٤ سم
١ - خداع البصر.
(أ) أبو المكارم، فؤاد (مترجم ومقدم)
(ب) العنوان ١١٧,٧٥

رقم الإيداع: ١٩٨٣٢ /٢٠١٢
الترقيم الدولي: I.S.B.N - 978 - 977 - 718 - 110 - 5
طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

# المحتويات

## الفصل الأول

# نماذج إرشادية للإدراك

**إن الحقيقة بشأن حقيقة ما أمـــر محيـــر؛ فهـــل الفلسفة مجرد شيء خادع؟ فما يبدو لك هـــراء، ربما يكون حقيقة بالنسبة إلي، وهذا ما يترك كل شيء غير محسوم.**

## لماذا الخداعات؟

تستثير الأشياء والأحداث الغريبة وغير المألوفة أســئلة تحتــاج إلـــى إجابات؛ ولذا يركز العلم على الظواهر. ليس فقــط الظـــواهر فـــي العـــالم الطبيعي، ولكن أيضًا ما يخص العقل. وتعد الخداعات ظواهر إدراكية غريبة تتحدى إحساسنا بالواقع من حولنا. وعلى الرغم من أن العلم نادرًا ما يتناولها بجدية – بوصفها أخطاء تعد عامة أشياء مزعجة يجب تجنبها وليست ظواهر يجب الاهتمام بها – فإن تفسير حدوث الخداعات ربما يكشف عـــن الكيفيـــة التي يعمل بها الإدراك، وكذلك الكيفية التي يُغمَّى بها المخ والعقل.

ويتمثل هدفنا في تقديم تشكيلة من الخداعات، ونحاول أن نـــرى مـــاذا تعنى بفهم العقل والمخ. وتتمثل الفكرة المركزية في أن تفسير الملاحظـــات ونتائج التجارب تعد مهمة بنفس قدر أهمية الاكتشاف. نظرًا لأن التضمينات تأتي من خلال التفسيرات ولا تأتي مباشرة من خلال الظواهر. على ســـبيل المثال، فإن الرعد والبرق لهما تضمينات مختلفة تمامًا عندما نفكـــر فيهمـــا

بوصفهما عقابًا من الله، أو حركة شحنات كهربائية كما في مولِّـد فـان دى جراف **van de Graaff**، فالظواهر يجب تفسيرها إلى درجة ما علـى أنهـا ذات مغزى، يرتبط على نحو تفضيلي بظواهر أخرى. وبالفعل فإن التصنيف يعد مهمًا فى كل جزئية من جزئيـات العلـم - شـاملة أنـواع النباتـات والحيوانات، على سبيل المثال، والعناصر الكيمائية والنجوم - لأن التصنيف يربط الظواهر بالنظريات، وتكشف الثغرات عن أسئلة يجب الإجابة عنهـا. ونأمل أن تضفى معنى على ظواهر الخداعات من خلال تصنيفها بواسـطة الأنواع والأسباب.

ويحمل عنوان الكتاب الذي بين أيدينا " كيف يُخدع البصر" معنيـين، يتقافزان إلى الرأس، مثل خداع البطة والأرنب المعروف جيدًا (الشكل رقـم "١٦"). ربما يشير المعنى الأول إلى أداة مساعدة للإبصار، مثل التليسكوب؛ أو قد يشير بشكل مختلف تمامًا إلى التحذير من وجود خداع، كما في حالـة "الرؤية من خلال خداع".

ومن المستحيل الاحتفاظ بكل من الإدراكيين أو بكل من المعنيين فـي عقلنا بشكل متزامن. فمعاني الكلمات وإدراكات الإحساسات يمكن أن تتقافز بشكل تلقائي، أو يمكن انتقاؤها بواسطة السياق. فـ "الإبصار من خلال نافذة" له معنى واحد مألوف، في حين أن "الإبصار من خلال الإسقاط" لـه معنـى آخر مختلف تمامًا، متواصل حتى الاكتمال. ويجيز عنوان الكتاب الذي بـين أيدينا المعاني البديلة، مثلما تستثير الخداعات وفرة من الإدراكات والأفكـار، التي سنحاول أن نستكشفها.

وعندما يقفز رسم البطة والأرنب يغير المخ رأيه، دون أي تغيير في الصورة. ويمكن أن تقفز الإدراكات ليس فقط مع الصور، ولكن أيضًا مع الأشياء العادية. آنئذ، سوف تختلف بعض الإدراكات بوضوح عن الشيء الذي نراه. وهذا يوحى بأن الإدراكات لا ترتبط مباشرة بالأشياء. ويعد هذا صحيحًا، على الرغم من أن الإبصار يبدو نشطًا "واقعيًا" ويرتبط مباشرة بالأشياء التي نراها. بل، ربما، يعد هذا الخداع الأعظم من كل الخداعات. وعلى الرغم من أن الإبصار يبدو إحساسًا بسيطًا وسلسًا، فإن نصف لحاء المخ الإنساني يُتضمَّن فعليًا في قراءة الصور الشبكية – مستخدمًا، من أجل الإبصار – حوالي أربعة بالمائة من طاقة الطعام الذي نتناوله.

واللافت للنظر، أنه يعرف منذ بواكير القرن السابع عشر أن الإبصار يبدأ بالصور الشبكية، والعينان توفران الإشارات العصبية التي تُقرأ بواسطة المخ بوصفها أشياء خارجية. وتخضع الإشارات البصرية لمعالجة أولية في الشبكية، ثم تتطور فى المخ، عن طريق ثلاث طبقات من الخلايا العصبية. آنئذ تمر النبضات الكهربائية لفروق جهد الفعل عبر مليون ليفة من العصب البصري؛ لكي تُقرأ بواسطة بناءات منظمة بشكل رائع فى المخ، باستخدام المعرفة بالأشياء المخزنة فى الذاكرة. وهكذا يُرى الحاضر من خلال المعرفة بالماضي، الذى قد يكون خادعًا.

ويمكن أن تنتج الخداعات، بشكل مختلف تمامًا، من خلال الأخطاء الفسيولوجية في إرسال الإشارات أو معرفيًا من خلال المعرفة الخادعة ، نظرًا لقراءة الإشارات من خلال الصور الساقطة على العينين. وعلى الرغم

من أن الخداعات "الفسيولوجية" و"المعرفية" لها أسباب مختلفة فإن البعض منها يبدو متشابهًا، وبالتالى يمكن أن يُشوّش بسهولة. وقد يكون لكل من الاختلال الوظيفي الفسيولوجي والمعرفة الخادعة آثار متشابهة بشكل مدهش، ومع ذلك فإن تضميناتها فيما يتعلق بفهم ما يجرى تعد مختلفة تمامًا، ومن ثم من المهم أن نصنِّفها على نحو ملائم.

فبالنسبة إلى الممارسة الطبية، تعد التصنيفات مهمة بشكل واضح، فتشخيص الصداع الذى يمتزج فيه المرض الفسيولوجي والمرض السيكولوجي يمكن أن يكون مميتًا. وأما بالنسبة إلى علم الإدراك، فإن الخلط بين "الفسيولوجي" و"المعرفي" يمكن أن يخدع أهداف البحث ولا يصنع معنى لما يُكتشف. فالتصنيف مهم جدًا فى العلم، على كل من المستوى النظري والتطبيقي.

وتهتم مساحة كبيرة من العلم بتحليل الظواهر، بعمق وتفصيل، ولكن حيثما تلائم الرؤية الفهم فإنها تعد مهمة بشكل مكافئ. فنظريات جاليليو Galileo وأينشتين Einstein غيرت التفكير فى علوم الطبيعة والفلك عن طريق ربط الظواهر المألوفة بالطرق الحديثة. ففكرة أينشتين فيما يتعلق بتفسير السبب فى أن حبوب اللقاح الصغيرة التى تُرى بالمجهر تتحرك باستمرار، بشكل وثبات سريعين وبشكل عشوائي، خلق علمًا جديدًا من خلال الملاحظة بالنظرة العادية. وبافتراض أن حبوب اللقاح تقاوم عن طريق ذرات صغيرة خفية فى حركة منتظمة، فإن أينشتين قد بيَّن أن الذرات تعد أكثر من المفاهيم الرياضية، ولكنها موجودة كأشياء عليَّة فعالة. ومن خلال

وثبة اللقاح قدَّر أينشتين حجم الذرات، وقدم "ميكانيكا الكم" التي سادت العلم لمدة قرن ولا تزال. اقترح أينشتين هذا التفسير للحركة البراونية المعروفة سلفًا سنة ١٩٠٥. وفي أحوال كثيرة، يثبت في النهاية أنها تعد ظواهر مهمة كان يتم النظر إليها نظرة عادية قبلما ترتبط بظواهر أخرى ذات مفاهيم ملائمة. ومما لا شك فيه، أن ظواهر الخداعات لا تُستثنى من ذلك.

ومثلما قال فيلسوف العلم الأمريكي توماس كون **Thomas Kuhn** في مؤلفه "بنية الثورات العلمية" (١٩٦٢)، فإن العلماء عادة ما يقبلون الفروض العاملة السائدة بدون بذل المزيد من الوقت للاستفهام عنها. ويعد هذا بمثابة الأساس لما يسميه كون "العلم العادى". وبالطبع، فإن النموذج الإرشادى الأساسي في علم الأحياء يتمثل في نظرية النشوء والتطور لداروين **Darwin** عن طريق الانتخاب الطبيعى، الذى يضفي معنى على كل حقيقة من حقائق الحياة. ويعد علم النفس علمًا فريدًا، وليس علمًا "عاديًا"، بقدر ما يفتقر إلى نموذج إرشادى متفق عليه على نطاق عام. وهناك بدلاً من ذلك "مدارس للتفكير" متنافسة، ذات فروض ومناهج مختلفة تمامًا، تمتد من الاستبطان إلى السلوكية.

لقد أشرنا إلى أن الإبصار يتضمن علم البصريات والفسيولوجيا ومعالجة المعلومات وحل المشكلات والاحتمال. بهذه المقومات، يمكننا أن نبحث عن نموذج إرشادي للمساهمة في فهم كيف نرى، ولماذا تكون لدينا خداعات، على الرغم من أن ذلك لن يكون بسيطًا وسوف تكون هناك تخمينات وتأملات.

إنها لمباراة ممتعة أن نتحدى النماذج الإرشادية البديلة بالوقائع الثابتة. ويمكن أن تُسجل النماذج الإرشادية المتنافسة على أساس قدرتها على دمج الوقائع موضع الاختبار، أو الظواهر(Gregory, 1974). ولكن توجد دائرية هنا، نظرًا لأنها تعد تفسيرات للوقائع والظواهر التى لها تضمينات، ولكن التفسيرات تعتمد على النموذج الإرشادي. وتبدو هذه الدائرية مركزية في العلم، وهكذا من الواضح أن العلم ليس "موضوعيًا" بقدر ما يبدو.

## ما الإدراكات؟

يتمثل التقسيم الضخم للنماذج الإرشادية للإدراك فيما إذا كان الإبصار، مثلاً، مستقبلاً سلبيًا لعالم الأشياء أو ما إذا كان صيغة نشطة للواقع، مثل البوليس السري الذى يبني الحالة من نتف الدليل. وتتمثل وجهة النظر التي نتبناها هنا فى أن الإدراك والسلوك قد نميا عبر التطور من استجابات سلبية (يمكننا أن نسميها "الاستقبال") إلى تكوينات نشطة من الإدراكات الناضجة، والتخمين حول ما هو غير معتاد، يشبه أساسًا الفروض التنبؤية فى العلم.

والتفكير في الإدراكات مثل فروض العلم، يعد مرضيًا فعلاً نظرًا للكيفية التى ترتبط بها الإدراكات بعالم الأشياء – بشكل غير مباشر بكثير من التخمين – إلا أن هذا لا يخبرنا بشيء عن "الخبرة"؛ لأن فروض العلم غير شعورية (نفترض ذلك). إننا نفكر فى المخ بوصفه آلة حاسبة شديدة التعقيد تبتكر الفروض؛ إلا أن هذا لا يفيد التفكير حول الشعور، لأن الآلات الحاسبة من صنع الإنسان هي ببساطة غير شعورية. ومثلما يعد المخ آلة شعورية

فريدة فإن هناك نقصا، بل غياب فى الواقع، فى التشابهات من الآلات إلـــى "الكيفيات الحسية" فى الإدراك. وهكذا فإن الشعور يعد مستقبلاً خارج شبكات التشابهات التى تمنح البناء والمعنى في العلم بصفة عامـــة. وهـــذا الفقـــدان للتناظرات الوظيفية يدفعنا إلى الفلسفة، حيث كان الفلاسفة الإغريـــق علـــى الأقل متنبهين بقدر ما نعلم.

وتتمثل الرواية الشائعة فى أن الإدراكات تعد صورًا فى الرأس. هـــل هذا منطقي؟

## هل المخ البصرى كتاب مصوَّر؟

عندما نرى شجرة، هل تكون هناك صورة تشبه الشجرة فـــى المـــخ؟ المشكلة فى هذه الفكرة أنها ربما تحتاج إلى شيء ما مشابه للعين فى المـــخ لكي يرى صورة. إلا أن هذه العين الداخلية ربما تحتاج عينًا أخـــرى لكـــي ترى صورة – ثم عينًا أخرى – وهكذا سلسلة لا نهائية من العيون والصور بدون نيل مكان معين. وعلى الرغم من أننا نخبر "الصور الذهنية"، فإنها لا يمكن أن تكون صورًا فى المخ(١).

هناك، على أية حال، صور فى العينين. لكنها لا تُرى أبدًا. وتزودنـــا الصور الشبكية بمعلومات عن الإبصار، ولكنها هى نفسها لا ترى الـــصور. وهذا بالأحرى مثل كاميرا التلفاز يمكن أن تستخدم لإرسال الإشارات إلـــى حاسوب الإنسان الآلى، للتأثير فى هذه المعلومات حتـــى ولـــو دون صـــور داخلية فى مخ الإنسان الآلى. ويمكن أن تمثـــل المكونـــات الموجـــودة فـــى

الحاسوب أوراق النبات الخضراء، مثلاً؛ ولكنها لن تكون على شكل ورقة نبات ولن تتحول بالتأكيد إلى اللون الأخضر أثناء فصل الربيع! وبشكل مشابه، ليس من المفروض التفكير فى السمع على أنه الاستماع إلى الأصوات الموجودة فى المخ، فهذا يمكن أن يبدأ لا نهائية مشابهة من الأصوات والآذان الداخلية عديمة الجدوى.

إن هذه الأصوات وهذه الصور غير موجودة، فالسمع أو البصر موجودان فى المخ. ولكن إذا كان الحاسوب يصف الصورة المسجلة على الكاميرا عن طريق شيء غير موجود، أي توجد ملامح بسيطة، مسجلة بالرموز بلغة ما، فإن هذا يجب أن يتجنب ارتداد الصور الداخلية المرئية عن طريق العيون الداخلية. فهل المخ يمكن أن يمثل، أو يصف، مثلما الكلمات فى كتاب؟ إن الكتاب يحتاج إلى قارئ. ولكن الوصف يختلف عن الصورة الداخلية التى تحتاج إلى عدد لا نهائي من العيون والصور، حينما يُستخدم الوصف دون وصف إضافي.

لا يستقبل المخ البصري أشياء، ولكن يستقبل فحسب أجزاء من الدليل من أجل استنتاج أو تخمين ما يمكن أن يكون هناك. ويبتكر المخ الأوصاف من الملامح البسيطة التي يستقبلها من الإحساسات، والتي يمثلها عن طريق نشاط الخلايا العصبية المتخصصة في المخ، ويمكن أن تخزن التمثلات في الذاكرة، وبالفعل فإن الإدراك والذاكرة يرتبطان تمامًا.

والسؤال المهم هو: ما الملامح التي ترسلها العينان والحواس الأخرى دليلاً على الأشياء الخارجية؟ لقد كشفت التجارب التي قامت بتسجيل نشاط

الخلايا العصبية، باستخدام أسلاك دقيقة بوصفها لواحب متناهية الدقة، دوائر مخية "متوائمة" مع الملامح البسيطة (Hubel & weisel, 1962). خذ مثلاً الحرف الأبجدي اللاتيني "A". هذا الشكل يمكن أن يمثَّل بواسطة ثلاث دوائر عصبية خاصة: تستجيب إحداها للخط الأول الذي يميل نحو اليمين، وتستجيب الأخرى للخط الذي يميل نحو اليسار، وتستجيب الثالثة للخط الأفقي الذي يربط بينهما. ومن الممكن أيضًا أن يمثَّل حيثما يرتبطان ببعضهما البعض. ولا تعد هذه مهمة صعبة بالنسبة إلى الحاسوب. فأجهزة الحاسوب البسيطة جدًا، يمكنها تعرُّف الأحرف المطبوعة، بل حتى المكتوبة بخط اليد، فيما يتعلق بالتعرُّف البصري على الحروف في برامج معالجة النصوص. وهذه الأوصاف الناشئة عن وجود ملامح التعريف، لا تعانى من مشكلة "الارتداد اللانهائي" للصور الداخلية المخية أو الحاسوبية.

ويمكن أن تمثل الكلمات أشياء، على الرغم من اختلاف الصور، فلها أشكال وألوان وأحجام مختلفة جدًا ومهما كان منشأها فإنه يتم تمثُّلها. فشكل كلمة "CAT" لا يشبه مطلقًا الشكل الذي يمثل به هذا الحيوان. وبالطبع فإن الكلمات يمكن تمثُّلها فى صورة أفكار مجردة لا شكل لها، مثل "الجمال" أو "الحقيقة"، "بارع" أو "هزلي". ويوحي هذا بفكرة مشوقة رائعة بدت للفيلسوف الإنجليزي جون لوك John Locke منذ ما يزيد على ثلاثمائة سنة. مؤدى هذه الفكرة أنه إذا كانت أشكال وألوان الكلمات يمكن أن تختلف تمامًا عما تمثل، فلماذا يجب ألا تختلف الإحساسات تمامًا، مثل اللون الأحمر أو الصوت المرتفع، عما تمثل؟ ولماذا يجب أن يكون إحساس اللون الأزرق

بالنسبة إلى سماء الصيف يشبه تقريبًا لون السماء ذاتها؟ إن الإحساس يمكن أن يمثل السماء حتى على الرغم من اختلافهما تمامًا، مثلما يختلف شكل ولون وحجم كلمة "CAT" تمامًا عن اختلاف الحيوان عن الكلمة التي تمثله.

فهم جون لوك وإيزاك نيوتن **Isaac Newton** خلال القرن السابع عشر أن الألوان تتخلق عن طريق المخ. وأدركا أن الضوء والأشياء نفسيهما غير ملونين. وعلى ما يبدو فإن هذا ما يزال مدهشًا. فنحن نعرف الآن المكان الذي يحدث فيه هذا التخليق للإحساسات في المخ، على الرغم من أن الكيفية التي ينتج بها المخ العضوي الإحساسات الشعورية (الكيفيات الحسية) غير مفهومة.

فإذا لم يكن اللون وارتفاع الصوت موجودين في العالم الطبيعي للأشياء، وكانا مختلفين تمامًا عن خبراتنا، *فهل كل الإدراكات تعد خداعات؟* وهل الخداع هو أن تبدو السماء زرقاء اللون والبرق عالي الصوت؟ إن اللون وارتفاع الصوت لهما أسس فيزيائية، الأطوال الموجبة للضوء وطاقات الهواء المتذبذب، ولكن هذه الأحداث الفيزيائية تختلف تمامًا عن الإحساسات.

يُقال أحيانًا إن الإدراك بكليته خداع كبير. لكن هذا غير مجدٍ. فنحن يمكن أن نُدفع إلى القول بأن "كل شيء عبارة عن خداع"، لكن هذا يعد عبثًا بنفس قدر القول بأن "كل شيء عبارة عن حلم". نظرًا لأنه عند التطبيق على كل شيء، تستعصى كلمات "حلم" و"خداع" عن أن يكون لها معنى. ونحن نحتاج إلى تباينات فيما يتعلق بالإبصار، وتباينات فيما يتعلق بالوصف والتفكير. ولكي ندعي بأن هناك خداعًا، يجب أن يكون هناك تباين ما عما

هو ليس خداعًا. ويطبق هذا عبر الطاولة. فإذا كان كل شيء أحمر اللون لا يمكن أن تكون هناك ميزة في إبصار اللون الأحمر، أو استخدام كلمة "أحمر".

## ما الخداعات؟

يمكننا القول بأن الخداعات هي الانحرافات عن الواقع، ولكن ما الواقع؟ تختلف الظاهرات تمام الاختلاف عن واقعيات الفيزياء العميقة. فإذا أُخذت هذه الواقعيات على أنها حقائق مرجعية فيمكننا على سبيل الوجوب ان نقول بأن الإدراكات جميعًا تعد خداعات. ويعد هذا عبثًا بقدر القول بأن الإدراك يعد حلمًا.

ويُحكم على الخداعات بأفكار الحس العام البسيطة للفيزياء، وتُقاس بأدوات المطبخ: المساطر، والساعات، والموازين، ومقاييس الحرارة، وهلمجرا. ولذا يمكننا تعريف الخداعات على أنها الانحرافات عن فيزياء المطبخ.

والذي ينحرف هو تمثُّلات المخ لما هو موجود في الخارج. ويتمثل موضوع هذا الكتاب في أن تمثُّلات المخ تعد فروضًا تنبئوية مثل فروض العلم. ومشابهًا للعلم، يُدعم الإدراك من خلال الدليل المتاح على ما يُحتمل أن يكون حقيقيًا، يتم تقييم الدليل من خلال ما يُحتمل أن يكون حقيقيًا. أيا كان السبب، فليست لدينا حقائق.

وبالنسبة إلى كل من ظواهر العلم والإدراك لا نستطيع الحديث عنهـا في حد ذاتها. فالظواهر يجب تفسيرها حتى يكـون لهـا معنـى. ولا تَـرِد الاستنتاجات مباشرة من الظواهر أو البيانات، ولكنها تأتي من التفـسيرات. وعلى ما يبدو فإن العلم ليس موضوعيًا بقدر ما يُدعى.

وفيما يتعلق بالإدراك، هناك دائمًا تخمين وبحث عن الـدليل المتـاح. وعلى أساس هذا الرأي، فإن الأدق من أن نأتي دائمًا إلى عالم الشيء يكون عن طريق فروض غير مؤكده إلى حد ما، المنتقاة من خلال الدليل الحـالي والمدعومة بالمعرفة من الماضي. بعض هذه المعرفة تورَّث - مكتسبة عـن طريق العمليات الإحصائية للانتخاب الطبيعي ومخزنة عن طريـق الـشفرة الوراثية ويتمثل الباقى فى الاكتساب عن طريق المخ مـن خـلال الخبـرة الفردية، وبخاصة المهمة بالنسبة إلى الإنسان.

يجب أن ننظر ولو فى عجالـة، إلـى تطـور الإدراك. إن تاريخنـا التطوري ليس موضع اهتمام "أكاديمي وحسب"، نظرًا لأن الماضي يظل باقيًا فى جهازنا العصبي. فأنماط السلوك القديمة تكمن فى مكـان عميـق مـن أمخاخنا، بعضها بطل استعماله ولم يعد مناسبًا، وهذه يمكن كبتها ومـن ثـم تظل خامدة، وعندما يتم تحريرها، كأن تفشل عملية الكف، فإنهـا يمكـن أن تستثير الإدراكات والسلوك القديم الغريب عن الحياة الحالية. ومثلمـا تُبنـى أنماط السلوك عبر دهور من الزمن ولا تُفقد بالإجمال، فمن المهم أن ندركها بوصفها أعراضًا لفهم طب الجهاز العصبي وأمراضه. وتُبنى دراسة أنمـاط السلوك كطبقات في الجهاز العصبي خلال الزمن التطـوري الـذي يمكننـا تسميته: علم الآثار العصبي.

وتستجيب الكائنات الحية الأكثر بساطة بشكل قابل للتنبؤ به تمامًا لمدى من المنبهات، تبدأ بالتوجهات والانعكاسات التي كانت مناسبة منذ عهد بعيد، على الرغم من أنها قد تكون مناسبة حاليًا أو ربما لا تكون. وتعد الحيوانات "العليا"، وعلى وجه الخصوص نحن أنفسنا، أقل قابلية للتنبؤ (أو أقل طواعية) بالقوانين من المخلوقات الأبسط. ونعد غير طائعين جدًا للقانون إلى حد أن كثيرًا من الفلاسفة والعلماء يروننا، أو يرون عقولنا على الأقل، على أننا تابعون خارج العلم. فقد حاول رينيه ديكارت **René Descartes** في القرن السابع عشر أن يبرهن على نحو مشهور أنه على الرغم من أن أجسادنا تعد آلات، فإن أذهاننا تتجاوز أي علم فيما يتعلق بالتفسير. وكان ينظر إلى العقل والمادة على أنهما مختلفان تمامًا فلا يمكن أن يقام بينهما جسر بمفاهيم أو تناظرات مقبولة بالنسبة إلى العلم.

لقد تغير هذا حديثًا، أغلب الظن من خلال الألفة بأجهزة الحاسوب، نظرًا لأن هذه الأجهزة لديها الكثير من خصائص العقل الغريبة: فهي لا تستجيب بطرق مباشرة للمدخلات، والبعض منها يمكن أن يستهل السلوك، كما في حالة حاسوب الشطرنج الذي ينتقي أي حركات للعب؛ وتستطيع أجهزة الحاسوب أن تتعلم. والبعض يستطيع أن يرى، على الرغم من أنه لا يوجد شيء مثلنا أيضًا، وبطرق متنوعة يسمع ويلمس ويتذوق ويشم. فهي تستطيع أن تحسب أسرع بكثير، وبدقة أكثر مما نستطيع نحن. وقبل كل شيء، تعد بعض أجهزة الحاسوب آلات تصنع قرارات من خلال قواعد متعلمة ومعرفة ممثلة في برامجها. وهكذا لم تعد الأمخاخ البيولوجية أكبر تمامًا في حد ذاتها.

ومنذ الحاسوب الميكانيكي لتشارلز بابيدج **Charles Babbage** في ثلاثينيات القرن التاسع عشر، أصبحت فكرة الآلات ذات العقول مألوفة من خلال التكنولوجيا الرقمية. واللافت للنظر فعلاً أنه حتى ناقل الحركة البسيط في السيارة يستطيع أن ينفذ "حسابًا عقليًا" كما هو معروف منذ منتصف القرن السابع عشر بل ما زلنا نتحدث عن الحساب العقلي. وعلى الرغم من أن المخ لا يشبه كثيرًا أجهزة الحاسوب المتاحة بالتفصيل، فإن ألفتنا بها قد جعلت من السهل أن نقبل أن العقول تحيا في الآلات؛ أي أن الأمخاخ تعد آلات. علاوة على هذا، فإن برامج الحاسوب والعقل الذكي لا يزالان لديهما الخاصية العصبية الشبحية التي تنتابنا وتعد مفزعة إلى حد بعيد.

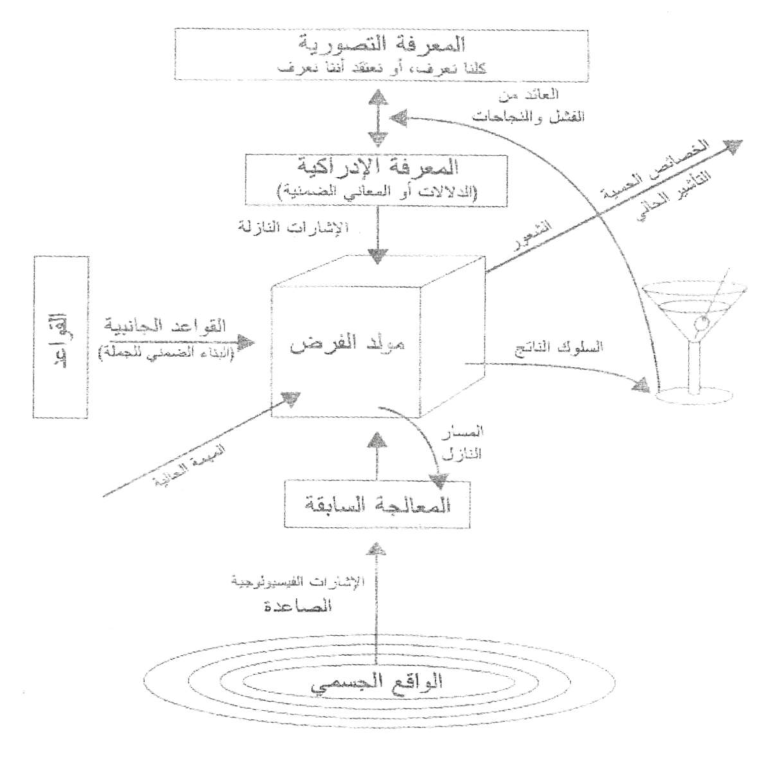
## ما الإدراك المعرفي؟

في حين تستجيب المخلوقات البسيطة مباشرة فعلاً للمنبهات، فإن الحيوانات "العليا" ترى وتتصرف استجابة للأسباب المخمنة للمنبهات. وهذه تنتقل من الاستجابة للمنبهات، إلى تخطيط السلوك من خلال الأسباب المعزوة إليها، إلى النتائج المستبقة التي، يمكننا القول، تتحرك من الاستقبال الأولى إلى الإدراك المعرفي كامل النضج. وهو معرفي لأن الإدراك يتطلب المعرفة، المعرفة بعالم الأشياء.

وهذه المعرفة تعد ضمنية، ويجب أن تُدرك من خلال التجارب على الإدراك والسلوك. فبعض الخداعات تقدم دليلاً على المعرفة الضمنية، حينما تكون خادعة. ويمكن أن تكون المعرفة بأشياء خاصة (مثل مفتاح الباب

المواجه للفرد) أو القواعد العامة التي تنطبق على جميع الأشياء (مثل نقطة التقاء المنظور للخطوط التي تبلغ بورود إشارة عن المسافة فيما يتعلق بأي شيء). ويمكن أن يكون الرسم التخطيطي مفيدًا (الشكل رقم "١") لبيان الكيفية التى يمكن أن يُنظَّم بها هذا فى المخ المعرفي. سوف يقدم هذا المخطط بعض المصطلحات غير المعيارية وسوف يُبنى أساسًا، على الرغم من التوافق مع تشريح المخ المفهوم حاليًا، على ظواهر الإدراك والسلوك.

ويمكننا تعريف الإدراك البصري بأنه عزو الأشياء إلى صور. وتأتي صور العزو من خلال المعرفة، المختزنة من الخبرة الماضية، ذات الاحتمالات المرتبطة. فمن المستحيل أن نرى أي شيء له احتمال صفري. فالطفل يرث بعض المعرفة، فاتحًا بداية أساسية للإدراك.




**شكل (١). مدخلات ومخرجات الإبصار.**

يعد هذا الشكل نموذجًا تصوريًا بسيطًا، وليس مخططًا تشريحيًا، لمدخلات ومخرجات الإبصار. وتتبين الإشارات الحسية على أنها تغذية صاعدة إلى مولِّد الفرض الذى يقوم بتوليد الفروض الإدراكية – أو الإدراكات – لما يمكن أن يكون موجودًا فى الخارج.

تعد المعرفة الإدراكية "النازلة" أساسية لتفسير، وإعطاء المعنى، للإشارات الحسية. وتتم تغذية القواعد الإدراكية، مثل المنظور الخاص برؤية العمق، "جانبيًا"، كما يمكننا القول. وتتبين المعرفة التصورية على أنها مستقلة عن المعرفة الإدراكية، على الرغم من ارتباطها بها. ويمكن للسلوك المُخرَج أن يكشف عن نفسه في التعلم بواسطة العائد من خلال الأخطاء.

## الاحتمال البايزى

الفكرة أن الاحتمالات السابقة المعدلة عن طريق الدليل الحالي - وبالعكس يُحكم على ثبات الدليل من خلال الاحتمال السابق. ويُصاغ هذا حاليًا بنظرية بايز. فقد نشر الكاهن توماس بايز Thomas Bayes (١٧٠٢-١٧٦١) القليل فى حياته، ولكنه ترك مخطوطة شهيرة الآن، بعنوان: "مقال موجه لحل مشكلة فى مبدأ الاحتمالات". والذي وجد هذه المخطوطة فى أوراقه هو صديقه ريتشارد برايس Richard Price ونُشرت فى *المداولات الفلسفية للجمعية الملكية* سنة ١٧٦٣[٢]. أُهملت المخطوطة أو نُسيت لمدة ١٥٠ سنة، ثم غدت أفكارها حديثًا مركزية بالنسبة إلى القرارات الاقتصادية، وأصبحت كذلك موحية فيما يتعلق بالكيفية التى يعمل بها الإدراك.

تظل طبيعة الاحتمال محيرة ومثيرة للجدل. فهناك طريقتان مختلفتان للتفكير حول الاحتمال؛ كنسب للتكرارات وكحالات للعقل. الأولى "موضوعية" والثانية "ذاتية" فى تقديم المراقب المتخصص إلى العلم. وتتبنى نظرية بايز على الاحتمالات الذاتية، التى تجعل معتقدات المراقب مركزية. وهذا يجعلها وثيقة الصلة بما هو غير مباشر، وبصفة خاصة النظريات البنائية للإدراك.

وتقدم نظرية بايز قواعد لحساب احتمال الفروض الناشئة عن الاحتمالات السابقة المنبثقة عن الدليل السابق، وكذلك عن احتمال الدليل الجديد - الاحتمالات اللاحقة - الذى يكون صحيحا إذا كان الفرض صحيحًا. وتتمثل القواعد فى: مضاعفة الاحتمال السابق للفرض عن طريق الاحتمال

للدليل الذى يجب أن يكون الفرض وفقا له صحيحًا. خذ نسبة هذه الأرقـــام. فهذه تعطى الأعداد الفردية لصالح الفرض. ويمكن استخدام الاحتمال اللاحق مثل السابق بالنسبة إلى الإدراك الآخر، وبخاصة بالنسبة إلى تحديث سلـــسلة الإدراكات بالتسلسل عبر الزمن.

ويبدو أن المخ يستطيع أن يخزن فروضا إدراكية بديلة عديدة، كل منها باحتماله السابق. أيضًا، إذا أُخذ النموذج البايزى حرفيا، فإن المخ يستطيع أن ينفذ عمليات جبرية شديدة التعقيد بدون مساعدة الرموز المكتوبة.

هل هذه هى الكيفية التى يعمل بها المخ الإدراكي؟ إذا كان المخ يعـــد مماثلا، كما يبدو من خلال بطئه (مقارنة بالمكونات الإلكترونيـــة) وشـــبكة الأسلاك المتوازية بغزارة، فمن الصعب أن نعتقد أنـــه قـــادر علـــى تنفيـــذ الحسابات الرقمية المتسلسلة الضرورية للاستدلال البايزى. أو، هل يستطيع شيء ما مثل الاستدلال البايزي أن يُنفّذ عن طريق المعالجة المناظرة؟ ربما يجب أن نعود إلى مراجعة الأفكار المماثلة السبرنطيقية منذ ٥٠ سنة، قبـــل طاقة ومدى أجهزة الحاسوب الرقمية المغرية للعلوم العصبية! ويُنفّـــذ هـــذا بشكل فعال بالشبكات العصبية التفاعلية، التى تُحاكى بحيث تلائـــم أجهـــزة الحاسوب الرقمية على الرغم من أنها تعد متماثلة فى الروح، كمـــا لا تتبـــع خطوات العمليات الحسابية ذات الخوارزميات. وتوجد هنا بحوث مهمة.

والسؤال المهم هو: كيف تشتق الاحتمالات السابقة، هل تـــستمد مـــن الخبرة الإجمالية؟ أم هل ما يُتعلم، يُنتقى على أساس أنه مـــن المحتمـــل أن

يكون مهمًا[٣]؟ يعد هذا سؤالاً إمبيريقيا يتطلب دليلاً تجريبيا. وتعد ظـواهر الخداعات إيحائية.

فخداع الوجه المجوف (الشكل رقم "١٩") يبين قوة الاحتمالات السابقة، بدون شك من خلال عدد كبير جدًا من الوجوه المحدبة جميعًا. ويوحى السلم المتحرك الساكن (السلم الدوار) بأن الاحتمالات السابقة يمكن أن تستمد مـن التعلم النوعى إلى أقصى حد، والتوقع بأنه يتحرك يجعل السلم الدوار الساكن خطيرًا فعلاً. هذا التوقع ينطبق فقط على السلالم المتحركة عادة، أى تمثـل أشياء خاصة، حتى بالنسبة إلى المقيمين فى المدن الكبرى.

ويعد هذا خداعًا خاصًا ونادرًا، ولكن السؤال عـن مـن أيـن تـأتى الاحتمالات السابقة ينطبق على الخداعات المعروفة والتى نوقشت كثيرًا مثل تشوهات "منظور" بونزو ومولر– لير (الشكلين رقمي "٣٦" و"٣٧") . فهـل تعد الخطوط المتوازية والأركان الزاويَّة اليمنى جذابة بصفة خاصة للـتعلم الإدراكى؟ أم هل ثبات التقدير أو القياس (إذا كانت هذه النظرية صـحيحة) يُحدد من خلال الإحصاءات للخبرة الإدراكية الإجمالية؟ تعد الإجابة مهمـة بالنسبة إلى نظريات وممارسة التعلم الإدراكي، ومهمة كذلك بالنـسبة إلـى التجارب التى تستخدم إحصاءات العالم الواقعي. إنني أميل إلى الاعتقاد بأننا نتعلم ما هو جدير بالتعلم وأن البعض من هذا الانتقاء يعد فطريًا، كمـا هـو الحال بالنسبة إلى الوجوه، لكونه موروثًا.

## تطور المعرفة

كيف يصبح الجهاز العصبي، أثناء تطوره، معرفيًا؟ ربما يكون منافيًا للعقل أن نفترض أن دودة الأرض تكون واعية بما يحيط بها، بتخطيط أفعالها من المعرفة الواضحة؛ على الرغم من أن داروِن نفسه قد بيَّن الكيفية التى يمكن أن يكون عليها سلوك دودة الأرض اللافت للنظر. ولابد لنا أن نسأل: ما هو الشيء الخاص جدًا بخصوص الحيوانات "العليا"، بما فى ذلك نحن البشر؟ لسوء الحظ أننا نعرف القليل جدًا عن الإدراك لدى الحيوانات التى لا تستطيع الكلام. وعلى الرغم مما تعلمنا من خلال التجارب "الموضوعية" باستخدام السيكوفيزيقا والتسجيلات الفسيولوجية من الأجهزة العصبية – وهي كثيرة جدًا – للبشر فإننا نتعلم ما لا حصر له عن طريق اللغة. ربما يكون هذا كذلك خصوصًا بالنسبة إلى الخداعات، حتى على الرغم من أننا لا نستطيع أن نقارن إحساساتنا بما يخبره الآخرون.

وتعد معرفتنا بالخداعات لدى الأنواع الأخرى قليلة بشكل مخيب للآمال. فهل تحتوى على تنوع بديع نتعلمه بالتجربة؟ لا نعرف ماذا يشبه الخفاش **(Nagel, 1974)**.

إن الفكرة الأساسية لهذا الكتاب هى تصنيف الظواهر البصرية للخداعات، عن طريق الأنواع والأسباب. ويتلخص هذا فى "جدول دوري" في نهاية هذا الكتاب. ويمكننا البدء بقائمة من أنواع الخداعات الأساسية: العمى، والغموض، وعدم الاستقرار أو عدم الثبات، والتشوية، والخيال، والتناقض الظاهرى.

وهناك أنواع عديدة من العمى، تمتد من العمى الكامل والعمى العام إلى العمى الجزئي والعمى الانتقائي. ربما يكون العمى أساسيًا لمنع زيادة التحميل بفعل المنبهات غير ذات الصلة أو المعلومات عديمة الأهمية. وتعد أشكال الغموض ظواهر خصبة موضع اهتمام كبير. وتعد كلمة "غموض" في حد ذاتها غامضة، نظرًا لأنها قد تعني فروقًا محيرة، وبشكل مختلف جدًا، يمكن أن تعني إدراك فروق غير موجودة. ونحن نطلق على هذه الفروق على التوالي، "الغموض المحيِّر" و"غموض القلب".

وتعد أشكال عدم الاستقرار شبيهة إلى حد ما بأشكال الغموض بالقلب، ولكنها تستحق فئة مستقلة. وتعد أشكال التشوية معقدة جدًا، ومثيرة للجدل إلى حد كبير، وبطرق ما ظواهر مشوقة جدًا للرؤية. وتظل الآراء منقسمة حول ما يرجع إلى القياس غير الملائم للحجم وللمسافة. فالأولى "فسيولوجية" والثانية "معرفية".

ويمكن أن تكون الإدراكات خيالات، باترةً تمامًا كثيرة أو قليلة من عالم الشيء. وتعد أساسًا للفن إلى حد بعيد. وبدون شك هناك قدر من الخيال في جميع الإدراكات، بما في ذلك الملاحظات في مجال العلم.

ويمكن أن تكون الإدراكات مستحيلة بفعل كونها بعيدة الاحتمال للغاية أو بفعل كونها متناقضة ظاهريًا. فالاحتمالات مهمة في مختلف أرجاء الإدراك. ويمكن أن تظهر التناقضات الظاهرية مبكرة أو متأخرة في المعالجة الإدراكية. إذ يُرى الأثر البعدى الحلزوني على أنه متمدد (أو متقلص) ومع ذلك بدون تغيير في الحجم. ويبدو مثلث بنروز، على الرغم من أنه بسيط،

مما يستحيل معه حدوث فراغ ثلاثي البعد. وتعد لوحة ماجريت (اللوحة رقم ٥) مجرد درجة مستحيلة أكثر من أى تناقض ظاهرى لصورة فى ثلاثة أبعاد على سطح ثنائى البعد. كذلك تعد الصور المعكوسة مستحيلة، مثلما يُرى الشيء ذاته فى مكانين فى الوقت نفسه، ولذا يتميز الإبصار عن اللمس. فانعكاسات المرآة تكون محيرة بشكل لافت للنظر، ربما لأن الانعكاسات لا يمكن لمسها.

## استقبال الإدراك

يتمثل المفهوم المركزي والتمييز المهم فى: الإشارات "الصاعدة" من الحواس والمعرفة "النازلة" الممثلة فى المخ. فكل منهما يمكن أن يُحدِث الخداعات. ومن المهم جدًا أن نحدد الأسباب الصاعدة والنازلة بشكل مناسب، على الرغم من أن هذا ليس سهلاً دائمًا. فالتصنيف الخطأ يمكن أن يكون خطيرًا، كما هو واضح فى الممارسة الطبية، ويؤدي إلى حماقة الملاحظات والتجارب فيما يتعلق بالعلم. وفى الواقع، فإن تصنيف الظواهر بشكل ملائم يعد مهمًا بقدر اكتشافها.

ويمكننا أن نرى النمو التطوري فى ضوء التقدم من الاستجابة السلبية الصاعدة للمنبهات، إلى التخمين النازل النشط لما هو موجود فى الخارج. فاستجابات الكائنات الحية السالفة للمنبهات التى يمكن أن نسميها "الاستقبال"، تدخر "الإدراك" للخبرة المعرفية من المستوى الأعلى، بارتباطها بالسلوك الذكي. ويستجيب المفتاح هنا للأشياء والمواقف المعزوة إليها، وليس المعزوة

مباشرة إلى المنبهات. وبالتالي، فهناك نمو تطوري من الاستجابات الصاعدة إلى المعرفة النازلة.

وإذا أخذنا بعين الاعتبار الوسع الإنساني الفريد فيما يتعلق بالتفكير المجرد، فإننا يمكننا أن نقدمه كفئة "تصور" أخيرة. ويشكل الاستقبال⇐ الإدراك التصوري⇐ سلسلة تطورية مقترحة. ويمكن أن يُنظر إلى التطور على أنه الارتقاء من الاستقبال لدى الكائنات الحية البسيطة، إلى الإدراك المعرفي المبني على المعرفة؛ ثم أخيرًا إلى تصور "لمحة" التفكير المجردة.

وتحتفظ الأنواع اللاحقة إلى حد ما بالاستجابات التي حدثت فيما مضى؛ ومن ثم تظل لدينا استجابات انعكاسية سريعة للمخاطر القديمة. وتقوم صور الوسع الثلاث جميعًا - الاستقبال، والإدراك، والتصور - بدور بقائي، وتعمل بشكل مدهش للغاية على بقاء المخاطرة المثيرة مليئة بالبهجة وبالألم أيضًا. فنحن محظوظون لكوننا جئنا متأخرين جدًا في مراحل التطور بحيث أفلتنا على الأغلب من الأشياء المرعبة فيه من الحياة والموت. ومن حسن الحظ أننا يمكننا أن نطرح بعض الأسئلة، وأحيانًا تكون النتيجة مفيدة وتكون الإجابات مرضية عقليًا.

وتعد خداعات الاستقبال بمثابة تشويهات فسيولوجية في المقام الأول للإشارات الواردة من الحواس. وتتضمن خداعات الإدراك أخطاء تفسير الإشارات، الراجعة إلى المعرفة غير الملائمة والافتراضات الخطأ. لا يوجد هنا قصور في الفسيولوجيا؛ ولكن بالأحرى، يُساء عادة تطبيق عمليات تنفيذ الوظائف، ومن ثم لا يلائم الموقف الحالي.

ويعد هذا مهماً، على الرغم من التمييز المشوش غالباً. إننا نرى هـذا النوع من التمييز أثناء الحروب. إذ إن الأسلحة يمكـن أن تكـون قاصـرة وظيفياً، مثلما يحدث عندما تخفق البندقية، أو تطلق النار بشكل غير ملائـم بفعل استراتيجية ضعيفة. ويختلف هـذا كثيـراً مثلمـا تختلـف الوظـائف الفسيولوجية والعمليات المعرفية – وعلى الرغم من أن الأشياء ذاتها، بل في الواقع وحتى الذرات ذاتها، تخدم الفيسيولوجيا والمعرفة بشكل متزامن. فـإن المعرفة لا تقبع في "بالون" فوق المخ. بل إنها الكيفية التي تطبق بها الموارد الفسيولوجية، فيما يتعلق بالإدراك والتفكير والسلوك الذكي. وعنـدما يُـساء تطبيق الموارد تماماً وعلى نحو متكرر، فإن المعرفـة تكـون بعيـدة عـن العصمة، كما سنرى من خلال بعض أنواع الخداعات وأخطاء التفكير.

والخداع موضوع موجود على الـدوام، منطبقـاً علـى الاسـتقبال، والإدراك، والتصور. فهي جميعاً تخضع لأنواع مختلفة من الخداعات، التي يمكن أن تستثار بواسطة الأعداء، أو بوصفها أسلحة سرية مخفيـة داخـل الضحية.

والتأكيد هنا هو على ظواهر الإبصار وما يمكنها أن تخبرنا به عـن طبيعة الإدراك. وربما يعد هذا مفيداً بالنسبة إلى الفنانين، الذين يلعبون على إدراكاتنا على الأصح كما يلعب عازفو الكمان على أوتـار آلاتهـم. وكمـا اكتسب العلم قدراً كبيراً عن الإدراك من خلال الفنانين، آمل أن يفـي هـذا الكتاب بطريقة بسيطة بدين العلم للفنانين. فمن الممكن أن يمتد فهم العلم إلى

الفنون، مثلما يمد الفن العلم. والقضية هنا تتمثل فى احتمال، مخيف أحيانـــا، مؤداه: أن وضوح الفهم ربما يؤدي إلى صياغة إبداعات فنية.

فهل الفهم له هذا التأثير السلبي؟ إننى أشك فى ذلك. فعـــازفو الكمـــان يحتاجون أن يعرفوا قدرًا كبيرًا، على الأقل ضمنيًا، عن الامكانيات الفيزيقية عن أوتار ورنين آلاتهم. ولكن إلى أي مدى يمكن أن يكون هذا واضحًا؟ أمن الممكن أن يساعد تقدير تحليل فورييه وتركيب الصوت عازفى الموسيقى، أم ربما يكون مجرد عقبة أمامهم؟ هل فهم الكيفية التى تركز بها عدسات العين الضوء، وفهم الأساس الفيزيقى للألوان، يساعد الرسامين؟ هل مـــن المفيـــد بالنسبة إلى الفنانين أن يفكروا فى الإدراك على أنه مطوَّر مـــن الاســـتقبال الأولي، أم من الفروض الممتثلة لقواعد الاستدلال الاحتمالي البايزية؟ أعتقد فى الواقع أن الإجابة هى "نعم".

## لا تستطيع الظواهر أن تتحدث عن نفسها

يعد كسوف الشمس ظاهرة مثيرة ورائعة – ولكن ماذا نرى؟ توســلت التفسيرات المبكرة بتنبؤات وتهديدات الآلهة. والآن يستثير الكسوف حركات النظام الشمسي – فالأرض تدور حول الشمس والقمر يدور حـــول الأرض بالمستوى نفسه، بأحجام ومسافات حرجة، تتبـــع جميعًـــا قـــوانين نيـــوتن. هذا النموذج العقلى يعطي ظواهر الكسوف معنى مختلفًا تمامًا، بتـــضمينات مختلفة تمامًا.

فنحن نرى الظواهر كما نفهمها بواسطة النموذج الحالى الموجود فـي الذهن. وبالعكس فإن الظواهر يمكن أن توحي بالنماذج العقليـة وتختبرهـا. وبدون نموذج، فإننا نكون عميانا لدينا عجز إدراكي. والنقطة الأساسية هنـا أن ظواهر الخداعات يمكن أن توحي بالنماذج العقلية الخاصة بفهم الكيفيـة التى نرى بها وتختبرها.

ويتمثل المخرج الغامض جدًا فى الوعى أو الشعور. إذ ترتبط بعـض الإدراكات، وإن لم تكن جميعها، بالخصائص الحسية - من أحمر، وناصع، وأسود، وهلمجرا: أى الإحساسات الموجودة فى الخبرة الحسية. وتعد الكيفية التى تتولد بها الخصائص الحسية بواسطة المخ غامضة إلى حد بعيد، ولكـن ربما يجب علينا ألا نقلق بأن خصائص الإحساس والعمليات الفسيولوجية التى تقوم بتوليدها تعد مختلفة تمامًا. وفي المعتاد تعد مجموعات الأسباب مختلفة تمامًا عن النتيجة. فعلى سبيل المثال، يتحد كل من الأكسجين والهيـدروجين لإنتاج خصائص مختلفة تمامًا للماء. تركيب نمـوذج مـن صـندوق أدوات ميكانو، لبناء ساعة نموذج عاملة، ذات خصائص مختلفة تماما عـن قطـع النموذج العقلى الموجودة فى الصندوق، بل تختلف آلية الساعة تمامًـا عـن الوقت (المبهم) الذى تسجله.

فماذا تفعل الكيفيات الحسية، فعـلاً؟ مفترضـًا التطـور والانتخـاب الطبيعى، يجب أن نتوقع أن الوعي أو الشعور له وظيفة ما معززة للبقـاء. فهل من الممكن أن تخدم الكيفيات الحسية للشعور فى الإشارة إلى اللحظـة الراهنة؟ يُبنى الإدراك على المعرفة القديمة، الفطرية، وعلى المعرفة الحديثة

جدًا المكتسبة من الماضي، مع المعلومات الحالية الـواردة مـن الحـواس الخاصة بالسلوك فى الزمن الحقيقى. وتشير الكيفيات الحسية الممكنـة إلـى الوقت الحاضر، لكى تحمى المعرفة الحالية مستقلة عن الاختلاط بالمعرفـة الواردة من الماضي. فمن المهم أن يكون ضوء المرور أحمـر أو أخـضر الآن، على الرغم من أن سبب أهميته يأتي من الماضي الذي اكتسبناه، وتعد عاملاً حاسمًا فى المستقبل. وهناك أمثلة نادرة مـن البـشر ذوي ذكريـات استثنائية يخلطون الماضي بالحاضر، على نحو لافـت للنظـر الـسيد س. الموصوف بواسطة عالم الأعصاب الروسى ألكسندر لوريا (١٩٦٩). كـان هذا الشخص يخلط ذاكرة ساعته المنبهة برؤيته، ويفشل فى النهـوض مـن فراشه فى الصباح. فخلط الماضى بالحاضر يعد شيئًا خطيرًا. وهناك عـادة شيء ما خاص، مفعم بالحيوية، فى الكيفيات الحسية الـواردة مـن الوقـت الراهن. فهل يعد هذا سببًا للوعى أو الشعور؟

وكما سبق الذكر، هناك دائرية (أو ربما تشبه كرة الطاولة فى ذهابهـا وإيابها) بين الظواهر والكيفية التى تُفسَّر بها. ربما يرغب القارئ أن يـدخل هذه اللعبة الخاصة بالكيفية التى يعمل بها العلم، عن طريق أخـذ ظـواهر الخداعات هذه والتفسيرات المقدمة لها فى الاعتبار. وهـذا التفـسير لـيس منقوشًا على حجر، ولكن من ربما يكون مفيدًا فى الوقت الحاضر الـشخبطة على الرمال.

# حواشٍ ختامية

(١) اقتُرحت حجة (ولو أنها تتعلق بالسمع) بواسطة الفيلسوف الإغريقي ثيوفراستوس Theophrastus (٣٧٢ـ٢٨٦ قبل الميلاد) أثناء نقد إمبيدوكليس Empedocles للقول بأن الإدراكات تعد صورًا منسوخة: "من الغريب بالنسبة إليه (إمبيدوكليس) تفسير الكيفية التي تسمع بها المخلوقات، حينما عزا العملية برمتها إلى الأصوات الداخلية internal sounds، مفترضًا أن الأذن تنتج الصوت من الداخل، مثل الجرس. وبفضل هذا الصوت الداخلي نسمع الأصوات من الخارج. ولكن كيف يمكننا أن نسمع هذا الصوت الداخلي في حد ذاته؟ ربما مازال تواجهنا المشكلة القديمة ذاتها.

(٢) *Philosophical Transactions of the Royal Society LIII* (1763), 370-418. Reprinted in Biometrica 45 (1958): 296-315.

(٣) على سبيل المثال، تجذب الوجوه انتباه الأطفال الصغار، وبعد قليل يتعلمون هويات من يرعونهم.

# الفصل الثانى

# علم الآثار العصبى

على الرغم من أن نظرية التطور تعد الآن مقبولة عموما تقريبا، فإن المعضلات تظل تثير اهتمام الخبراء وتنبه الباحثين في مختلف أجزاء علم الأحياء ودراسة العقل. فقد بدا لزمن طويل أن أصول أنواعنا العاقلة تكون متميزة على نحو يشوبه الشك – منبثق عن سلسلة واحدة من الأسلاف – مما يمكن أن يجعلها فريدة وخارجة عن نطاق النموذج الإرشادي لداروين. ولكن حديثًا تم تحديد الأسلاف الأولى البديلة الممكنة التي كانت تعيش في الزمن نفسه من خلال الحفريات الموجودة في مناطق متنوعة في أفريقيا. وعلى هذا النحو لا يُنظر إلى أصولنا طويلاً على أنها متميزة، بل يُنظر إليها، كما بالنسبة إلى الأنواع الأخرى، على أنها تطورت من خلال تفريع شجرة المرشحين للانتخاب. ويمكن النظر إلى الانتخاب الطبيعي على أنه الذكاء الأعظم الذي قام بتصميم جميع الأشياء الحية، على الرغم من أنه في ظاهر الأمر تم بدون قصد أو غرض. وهذا يزعج بعض الناس، ومما لا شك فيه أنه يضع علينا عبء أن نبتكر مقاصد وأغراض إعطاء معنى لحياتنا.

ولنظرية دارون تضمينات مهمة على مجمل علم الأحياء، بما في ذلك علم النفس المعرفي. فما مقدار المعرفة التي تُورث من نجاحات وفشل معارك الأسلاف؟ وما المقدار الذي يُتعلم أو يُكتسب عن طريق الخبرة الفردية؟ تحدث الوراثة حتمًا من الأنواع السابقة فيما يتعلق بالتشريح، وتسيطر المعرفة الضمنية الفطرية بوضوح على الحيوانات الأكثر بساطة؛

بشكل مثير إلى حد بعيد بالنسبة إلى النمل والنحل، أو خذ بعين الاعتبار السلوك المدهش للطيور المهاجرة والطيور التي تبني الأعشاش. وهكذا ربما تكون مهارات السلوك والإدراك الماضية مفردة ما لم تنتقل إلينا، ونحن صغارًا، معدلة بفعل التعلم عندما نصير راشدين.

ومن الممكن أن يكون مفيدًا استخدام كلمة "معرفة" بشكل واسع - المعرفة الضمنية - لكي تشمل المنعكسات وأنماط السلوك، بل حتى السلوك الاجتماعي المركب. فنحن نرى بعيون وأمخاخ الأسلاف، ونسلك بشكل مناسب للعوالم السالفة؛ على الرغم من أن العوالم القديمة بالطبع لا تختلف عنا اختلافًا كليًا. ولا يمكن أن ينفصل التشريح الموروث بشكل كلي عن السلوك، مثلما تستخدم جميع الحيوانات هيئاتها التشريحية كأدوات وأسلحة مرتبطة بإحكام بالسلوك، وتمد علومنا التقنية، منذ الأدوات الخشبية وحجر الصوَّان المبكرين، تشريحنا لكي ينجز المهام التي تفوق طاقة البشرية مثل الطيران أسرع من سرعة الصوت، وإنتاج وقراءة الكتب. ولا تصدق العقول ما لم تقم الأجسام بوظائفها وتغير أدوات التكنولوجيا هيئة أجسامنا.

ويعد الإدراك الأولي (أو بالأحرى "الاستقبال") فطريًا في الغالب. ويُبنى الإدراك المعقد أو المتمرس على معرفة الأسباب المحتملة للمنبهات - الفروض لما هو موجود في الخارج. ويأتي بعض سلوكنا من الاستقبال الأولي، مثلما عندما نومئ بعيوننا لضجيج مفاجئ بدون معرفة ما يسببه، نظرًا لأنه لملايين من السنوات صاحَبَ الضربُ العنيف تلف العيون. لقد فقدت الأمخاخ المبكرة القدرة على البحث عن الخطر فيما وراء الضرب

بعنف، وبالتالي يجب أن يكون الضرب العنيف في حد ذاته كافيًا لإثارة السلوك. فقد تعلمت الشفرة الوراثية أن الضربات العنيفة تعد أخبارًا سيئة بالنسبة إلى العيون. وتبعًا لمعرفتنا، فإننا نستطيع أن نفعل الكثير لحماية بصرنا. إذ نستطيع أن نتجنب المواقف المحفوفة بالمخاطر على العين وأن نخترع تحصينات وقائية، مثل النظارات محكمة الإغلاق، بل، وبمعرفتنا المبنية على العلم نتماثل عيوننا المصابة للشفاء. ويعد هذا طريقًا طويلا من منعكس الإيماء.

وعلى الرغم من أن المعرفة الفطرية الضمنية تعد صغيرة نسبيًا لدينا، فإن الصغار الذين لم تتجاوز أعمارهم ساعات قليلة سوف يستجيبون للوجوه، حيث يمضون وقتًا في النظر إلى رسم يشبه الوجه أطول مما يمضونه في النظر إلى وجه غير منتظم أو ملخبط. فهم يولدون بمعرفة ضمنية كافية لرؤية الوجوه على أنها مهمة – ومن ثم يتعلمون أي الوجوه تعد مميزة.

وبعض الأشياء أسهل في تعلمها من غيرها. فيمكن أن تخدم المعرفة الفطرية الدنيا في توجيه الانتباه إلى التعلم الفردي. فكلما حُمِي الرضع لفترة طويلة جدًا، كان لديهم وقت لتوسيع معرفتهم الجينية الموروثة بخبرتهم الاستكشافية. ومع ذلك، تبقى المعرفة الجينية نوعا ما. فالصغار يحبون الحلوى ويتجنبون المذاقات الحامضة، على الرغم من أن السكر كان ضمن المؤونة قصيرة الأجل وكان الحامض مرتبطًا بالسم. وما يزال الراشدون يحبون الحلوى ولكنهم يتعلمون الاعتدال وعدم المغالاة. فالمعرفة المخبية لدى الفرد تُنال بصعوبة لرفع قدر زجاجة البيرة اللاذعة.

لقد اكتسبنا الفهم الحالي لهذه المسائل عن طريق الكثيرين من الأشخاص النابغين، الذين يصفون بعضها فيما يأتي.

## جين ــ بابتيست لامارك: هل المعرفة المخية موروثة؟

كان عالم الطبيعة الفرنسي، الفارس جين بابتيست بيير أنطوان دى مون لامارك **Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet Lamarck** (١٧٤٤ــ١٨٢٩) من أوائل المؤمنين بالمذهب النشوئي، (p,27) مدركًا قبل داروين أن الحياة تتطور[١]. كان لامارك يعتقد بأن الخبرات الحياتية للأفراد يمكن أن تورَّث عن طريق نسلهم. وكان داروين واثقًا أنه على صواب، ولكن من الثابت الآن، بعد تشكك فى صحة هذا الإدعاء، أن كل شيء يتعلمه الفرد يُفقد بمجرد الوفاة[٢]. ويبدو مفجعًا أننا جميعًا نتعلم فى حياتنا أشياء تموت معنا. إن هذا هو ما يجعل الطقوس الشعائرية، والحكايات الخرافية، والكتب مهمة جدًا، على الرغم من أن المعرفة الفطرية ربما وُجِدت منذ ملايين مضت من السنين. ونحن نحتاج إلى التعلم المخى لكى نجابه ما هو قديم، المعرفة الجينية غير الملائمة، مثل المخاوف اللاعقلانية. ولكن حيثما لا تكون هناك معرفة موروثة فإننا نفقد المهارات المتاحة مباشرة وعلى هذا تكون سريعة التأثر. فالقيادة السريعة المحددة من ناحية، أثناء إجراء حديث تليفوني، وأكل برتقالة من ناحية أخرى، ربما تشعر المرء بالأمان كلما كانت القيادة حديثة بيولوجيًا، ولكنها حقًا أكثر خطورة من الأفاعى والحيات.

## جون هفلنجس جاكسون: الطبقات "الأثرية" لوظائف المخ

كان عالم الأعصاب العظيم جون هفلنجس جاكسون **John Hughlings Jackson** (١٨٣٥ـ١٩١١) فيلسوفا مرموقا، صاحب أفكار مهمة فى تشريح المخ ووظائفه. كان يفكر فيها كما لو كانت، يمكننا القول، طبقات مركبة بعضها فوق بعض على نحو أثري، كنتيجة للكيفية التى شكّلت بها طوال ملايين السنين من التطور. وكانت فكرته الرئيسية تتمثل فى أن العديد من الوظائف "العليا" تطمس أو تكبت الوظائف "الدنيا" الأزلية، التى أصبحت مهملة ومعطلة.

وفى حالة الإصابات المخية، بما فى ذلك التدهور بفعل الشيخوخة، يمكن إبادة أشكال الكبت العادية. عندئذ تبزغ الوظائف القديمة المطموسة عادة كشيء غريب، على الرغم من هذه المصطلحات المفهومة للأعراض الإكلينيكية مثلما يزيد الماضى المرفوض فى التردد بانتظام على الحاضر. هذه الفكرة التوحيدية ذات أهمية كبيرة بالنسبة إلى علم الأعصاب، وبالنسبة إلى تقدير الكيفية التى يُنظّم بها المخ من خلال تطوره[٣].

اعترف هفلنجس جاكسون بدينه الفكري للموسوعي هربرت سبنسر **Herbert Spencer** (١٨٢٠ـ١٩٠٣)، الذى كان مؤيدًا أيضًا للبيولوجيا التطورية قبل داروين. فمن الممكن للمرء، بمقتضى هذا، القول بأن الأفكار الموجودة فى تاريخ العلم أصبحت مثبّطة وربما تصبح فيما بعد سطحية، وبالأحرى مثل تطور الآليات المخية. فقد ذكر جاكسون أن التطور يحدث من

الأكثر تنظيمًا إلى الأقل تنظيمًا، ومن الأكثر بساطة إلى الأكثر تعقيدًا، ومن الأكثر آلية إلى الأكثر إرادية. وهو يسمى مراكز المخ العليا "أجهزة العقل".

لقد أدرك هفلنجس جاكسون أن إصابة المخ الموضعية تسبب أعراضًا ترتبط مباشرة بالإصابة. وعلى الأصح، فإن الإصابة الموضوعية تحرر النشاط من مناطق أخرى، وهذا النشاط هو الذى يمكن أن يكون غير ملائم. فقال عن المرض العصبي، إن المرض لا يسبب أعراض الخبل العقلى:

**الإنسان الذى يعاني من وهن موضعي فى المخ يكون لديه اختلال فى الكلام يتمثل فى التفوه بكلمات خطأ ... ولا يخضع أحد للتعبير الإكلينيكي بأن الوهن العقلي "هو السبب" فى اختلال الكلام. وعلى وجه الدقة فإنه من المستحيل ببساطة أن يتسبب وهن المخ فى أية تفوهات خطأ؛ نظرًا لأن المخ الواهن ليس مخًا؛ ... وتحدث التفوهات الخطأ أثناء نشاط أجزاء غير واهنة ولكنها فى تمام الصحة ... وتُسبب الإفصاحات الإيجابية على نحو غير مباشر، أو بالأحرى "يُسمح" بها(٤).**

ووصف هفلنجس جاكسون التسلسل الهرمي للمخ بأنه ينتظم فى ثلاثة مستويات، تؤدى الوظائف من المراكز الدنيا إلى المراكز العليا، بقوله:

**يتضمن مبدأ التطور المرور من الأكثر تنظيمًا إلى الأقل تنظيمًا، أو بتعبير آخر، من الأكثر عمومية إلى الأكثر خصوصية. فتقريبًا، يمكننا القول بأن هناك "إضافة" تدريجية للخاص أكثر وأكثر، وإضافة متواصلة للتنظيمات الجديدة. ولكن هذه "الإضافة" تمثل في الوقت نفسه "إضعاف".**

وكما قلنا، إن ما يبزغ عندما تفشل عمليات "الإضعاف" يمكن أن يكون ما يمثل الآن سلوكيات غريبة أو إدراكات غريبة.

## إرنست هيكل: خلاصة التطور

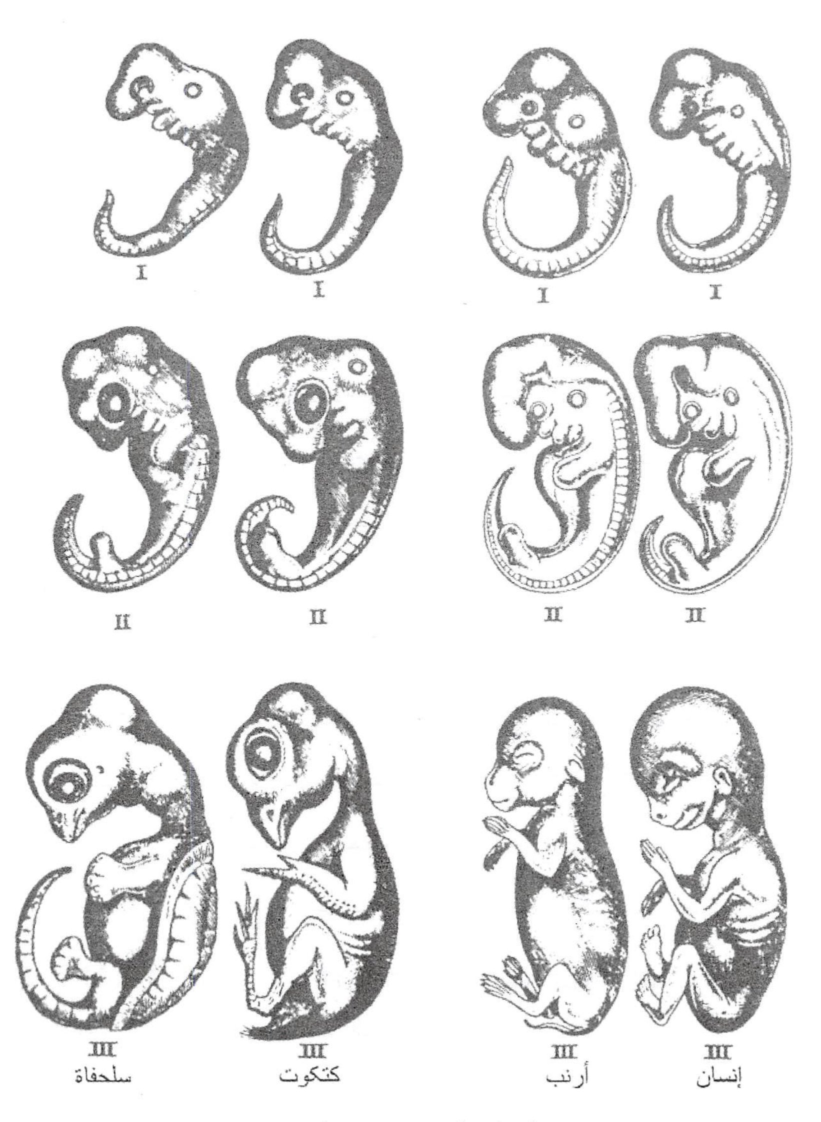
يتمثل ملمح التطور في أن اتجاهه عبر الزمن لا ينعكس عامة. علاوة على هذا نادرًا ما تكون هناك بناءات جديدة تمامًا. وعلى الأصح، فإن البناءات الموجودة تضطلع بوظائف جديدة ومختلفة تمامًا في بعض الأحيان. وهذا يتطلب فحسب تعديلات تحدث ببطء، وبالتالي فنحن نعيش الحاضر ببناءات ومعرفة قديمة. ويتضح شيء ما من هذا في مجال علم الأجنة المقارن. لقد كانت هذه هي فكرة عالم الحيوان الألماني المثير للجدل إرنست هيكل **Ernst Haeckel** (١٨٣٤-١٩١٩)، الذي اقترح أن تاريخ حياة الفرد يمثل خلاصة مسيرة التطور. وكان يعبر عن هذا على النحو الآتي: "يلخص علم الوجود تاريخ تطور السلالات؛ وهو يمثل أصل وارتقاء الأفراد، أما تاريخ تطور السلالات فيمثل أصل وتطور الأنواع. وهذه تمثل واحدة من أكثر المقولات شهرة، على الرغم من أنها أكثرها عرضة للنقد، في تاريخ علم الأحياء. ولهيكل سمعة مختلطة كفيلسوف وكانت أفكاره مرفوضة في الغالب؛ ولكن مما لاشك فيه أن تاريخ تطور الكائن الحي الفردي الذي يلخص تاريخ تطور السلالة لابد أن يحدث، على العكس من النموذج الإرشادي الدارويني، على الرغم بالطبع من الحاجة إلى دليل لتوسيع الفكرة واختبارها. فكان هيكل يرى أن هذا يمكن أن ينبثق من مقارنات تطور أجنة الأنواع المتباينة. وأشار إلى أن الخصائص القديمة تكون موجودة في المراحل المبكرة من تطور أجنة الأنواع المتأخرة. وقدم سلسلة شهيرة من الرسوم التي تعبر عن تطور أجنة الأنواع المتباينة، التي تظهر هذا التشابه

الملحوظ فى المراحل المبكرة التى يصعب أن تخبرنا بالتفاصيل، على الرغم من مواءمة ما يختلف تماماً منها مع التطور الإضافى (الشكل رقم "٢") . ويظل القدر الذى "حسّن" به رسومه لكى توضح الفكرة مثيراً للجدل.

لقد ذكر تشارلز داروين نفسه فى كتابه "أصل الأنواع": "يبزغ علم الأجنة مثيراً للاهتمام بشدة عندما ننظر إلى الجنين على أنه صورة، غامضة إلى حد ما، للأسلاف، سواء فى حالته الراشدة أو حالته اليرقانية، من جميع أعضاء الفئة الكبرى نفسها". ولا يرفض النص الرسمي الحديث الذى قدمه عالم الأجنة لويس وولبرت **Lewis Wolpert** قول داروين هذا، الذى تساءل: "لماذا، مثلاً، تمر جميع الأجنة الفقارية بالمرحلة الخاصة بنوع السلالة الشبيهة ظاهريًا بالسمكة التي تحتوي على بناءات تشبه الشقوق الخيشومية؟" تتمثل الإجابة المقدمة في الآتي[٥]:

> **إذا كانت مجموعتان من الحيوانات تختلفان إلى حد بعيد فى أبنيتهما وعاداتهما الراشدة (كالأسماك والثدييات) تمران بمرحلة جنينية متشابهة تمامًا، فإن هذا يشير إلى أنهما تنحدران من جد أعلى، وبمصطلحات تطورية ترتبطان إلى حد بعيد. بناء على هذا فإن تطور الجنين يعكس التاريخ التطوري لأسلافه. وتتحور البناءات الموجودة فى مرحلة جنينية معينة أثناء التطور إلى أشكال متباينة فى المجموعات المختلفة[٦].**

يبدو من الصعب أن نرفض مزاعم هيكل بكليتها. فحياتنا الماضية ماثلة فى جسمنا ومخنا وعقلنا، على الرغم من أننا نستطيع القيام ببعض التصحيحات بل نضيف فصولاً جديدة.

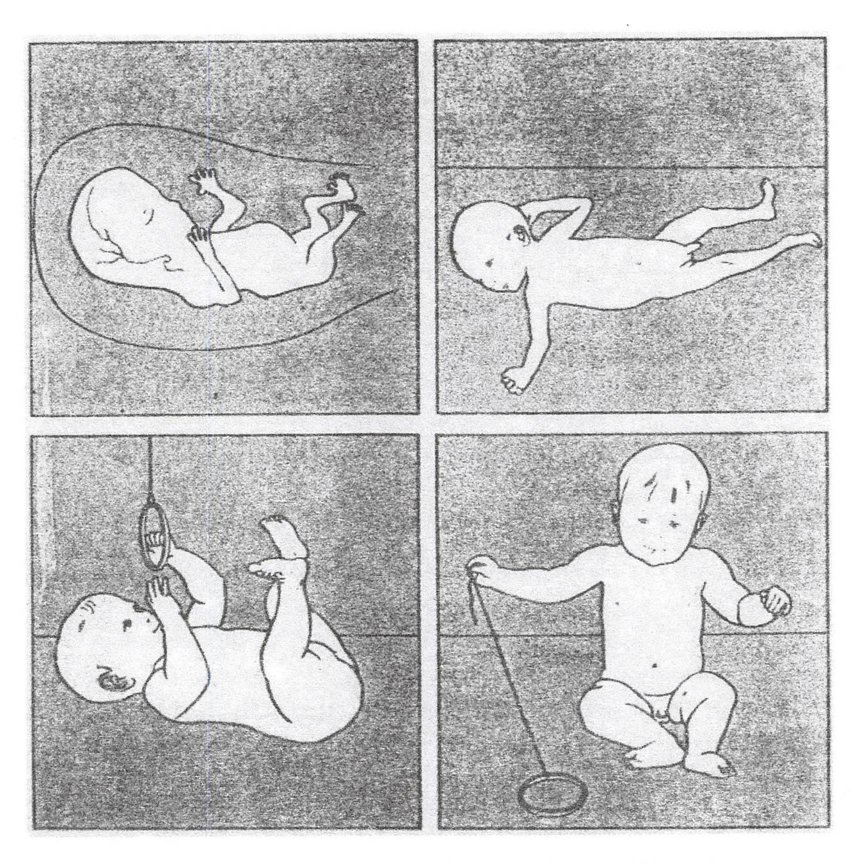



شكل (٢) . رسوم هيكل لأجنة الأنواع المتباينة. في المراحل المبكرة من التطور تتشابه هذه الرسوم جدًا ويصعب تحديد ماهيتها.

## أرنولد جيزيل: علم الأجنة الخاص بالسلوك

ماذا عن تطورنا الفردي؟ يبدأ السلوك الإنساني في حوالي الأسبوع الخامس من ارتقاء الجنين، وهذا السلوك الأولي يكون فطريًا. كان أرنولد جيزيل هو رائد هذه الدراسات، لاسيما في كتابه "علم الأجنة المتعلق بالسلوك" (١٩٤٥). يتبع جيزيل هيكل أساسًا، فيقول (ص. Xiii): "في المنظور البيولوجي، يعد الطفل حديث الولادة قديمًا جدًا نظرًا لأنه قد اجتاز من قبل معظم مراحل تطوره الطويل والعرقي" (الشكل رقم "٣").

ويعد الفصل الخامس في كتاب جيزيل، "الجهاز الحركي القديم"، نقطة بداية جيدة للنظر إلى الطبقات الزمنية "القديمة" للعضلات ووظائفها. فنحن نتعلم أن العضلات القديمة تكون لأجل اتخاذ وضع جسدي معين، واتخاذ الوضع الجسدي يمثل الأساس للسلوك كله. ومن بين العضلات القديمة عضلات الجذع وحزام الحوض، وهو المسطح العريض الذي يعلو العضلات التي نشأت حديثًا جدًا. وتشمل العضلات القديمة، أيضًا، العضلات الست المحيطة بالعينين، التي تعود إلى نوع من الأسماك البحرية عديمة الفك. وبتغير وضع الجسد عبر ملايين السنين، من الوضع الأفقي إلى الوضع الرأسي الإنساني الحالي، تغيرت العضلات الأساسية وتغير تنظيمها العصبي لكي تتلاءم مع الوضع الجسدي الجديد - تبعًا لاستراتيجيات معدلة كثيرًا من أجل الحركة وتنفيذ المهارات الجديدة(٧).



**شكل (٣) . سلوك جنين بشرى. من خلال جيزيل (١٩٤٥).**

ويُنظَر إلى نمو المهارات في ضوء علم الوجود الفطري بالإضافة إلى التعلم الفردي. بناء على هذا: "تتداخل أنماط الفعل المعقدة التي نمت مكوناتها بطريقة وجودية جينية وبطريقة فسيولوجية ببعضها البعض عبر مدى طويل من الزمن في لحظة واحدة من سلوك ما"(٨). يستشهد جيزيل، رابطاً الوضع الجسدي بالسلوك، بالدراسات الكلاسيكية التي قام بإجرائها ج. إ. كوفيل **G. E. Coghill**، على سلوك العوم لدى حيوانات السمندل البرمائية واستجاباتها

للمنبهات اللمسية التي ميزت النمو الفطري عن التعلم وعن النضج أيضًا - مما يتطلب نمو سلوك نشط، على الرغم من أنه لا يعد تعلمًا. وتعد هذه تجارب رائعة(٩).

وربما ترجع ملامح الاختلالات أو الأمراض العصبية إلى أنماط السلوك القديم. فهل هذه الاختلالات أو الأمراض العصبية هي التي نراها في حالة الصرع، أو زملة أعراض داون؟ يتمثل المعنى المتضمَّن، كما يراه هفلنجس جاكسون، في أننا لكي نفهم ما يحدث في حالة المشكلات العصبية ينبغي لنا أن نتتبع بالاسترجاع تطور السلالة، لكي نصل إلى الوجود العكسي للكائن الحي الفردي.

## العيش بمعرفة موروثة بطل استعمالها:

بوضوح، يتمثل مثال معروف لمنعكس قديم غير مستعمل في "إيماءة" بابينسكي. فعند لمس جانب قدم الرضيع، يتسمر الأصبع الكبير استعدادًا للدفاع وتتمدد الأصابع الأخرى وتتحرك نحو الخارج. ويُنظر إلى هذا الفعل على أنه سلوك بشري سابق على سكنى الأشجار. ويصف جيزيل أصابع القدمين واليدين للجنين البشري، فيقول:

> **يسمح التوتر العضلي التذبذبي أثناء النوم بالوهن المتغير أو اتخاذ الطرف وضعًا معينًا. وعندما يكون التوتر العضلي شديدًا، فإن أصابع اليدين والقدمين تستجيب بالطريقة نفسها المنتشرة على شكل مروحة للمنبه المفاجئ. وتوحي استجابة بابينسكي المعتدلة بمحاولة الإمساك**

**بالشيء؛ بينما توحي الاستجابة المبالغ فيها بالنفور والتحرير. وتذكر حركة أصبع القدم الكبير والشق المجاور بالأسلاف ساكني الأشجار، عندما كانت الأقدام وكذلك الأيدي رشيقة وقادرة على الإمساك بالأشياء.**

لقد كان هذا المنعكس ملائمًا بالنسبة إلى القردة والسعدانات نظرًا لأن أصابع أقدامها تستطيع الإمساك بفروع الأشجار، ولكنها أصبحت غير ملائمة للمشي فيما بعد على الأرض. إن منعكس بابينسكي يُفقد عادة عند سن ١٨ شهرًا تقريبًا، حيث يتم كفه. ولكننا نحيا بهذا المنعكس القديم غير المستعمل الذي يظل موجودًا في جهازنا العصبي ولكنه يرقد في سبات عميق. ففي بعض الأمراض العصبية يستيقظ هذا المنعكس الذي يسبق ظهور البشر، فيمنح إيماءة بابينسكي للمرض العصبي، عندما تفشل عملية الكف الناشئة من اللحاء أو الحبل الشوكي.

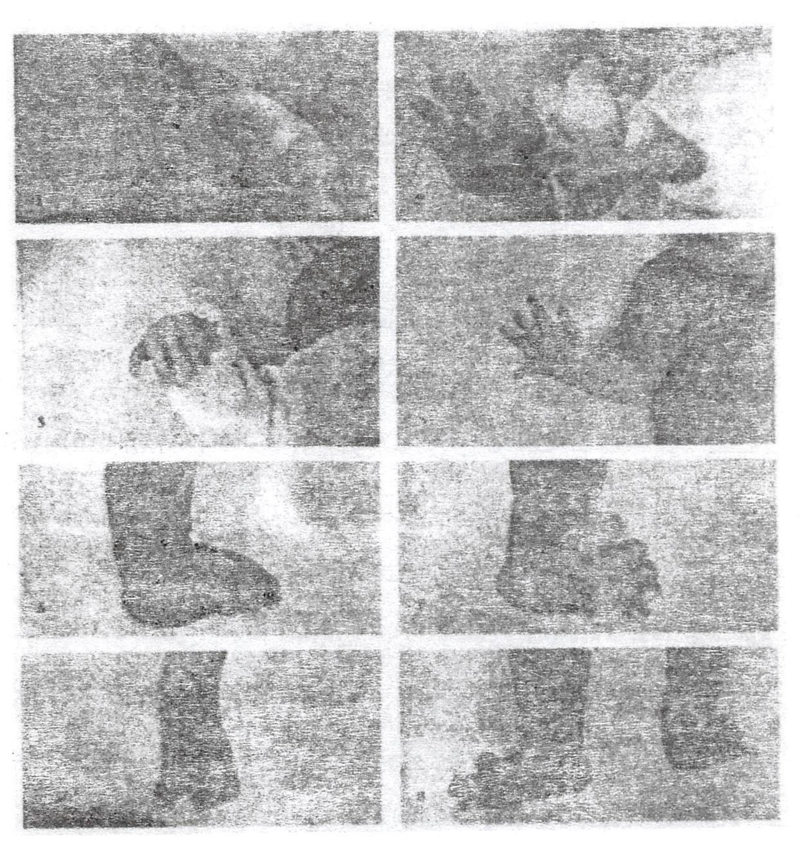
ويبدو أن الكثير من سلوكيات الرضع الأخرى، مثل سلوك الامتصاص أو الرضاعة، تظل في حالة سُبات لكنها مكبوتة، وأحيانًا تعود إلى الظهور بعد مرور سنوات عديدة بسبب مشكلات عصبية. ففي حالة الشيخوخة أو الخرف، يمكن أن تبزغ أنماط السلوك المكبوتة خلال التطور بتسلسل عكسي.

في السنة الأولى أو نحو ذلك من حياة الإنسان، يكون هناك تسلسل من المنعكسات التي تسمح للصغير النامي أن يدعم رأسه ثم يبدأ الزحف، ثم ينتصب واقفًا ويمشي. وهناك منعكس أولي، منعكس الرقبة المقوّي اللاامتماثل يساعد عملية الميلاد. يظهر هذا المنعكس حوالي الأسبوع ١٨ في الرحم، ويكبت عادة حوالي الشهر السادس من العمر. وهو يساعد على نمو التآزر

بين العين واليد عندما تندفع الذراع ضد دوران الرأس. ولكن إذا لم يُكبت كالمعتاد، في سن ستة شهور، فإن سلوك الزحف العادي يكون مستحيلاً.

وبصفة عامة، فإن صور الارتقاء المتأخرة يمكن أن تنعكس أو تكون مستحيلة بفعل التثبيطات الفاشلة للمنعكسات التي، على الرغم من أنها تكون مفيدة في المراحل المبكرة من الارتقاء، تصبح غير ملائمة بل كارثية بالنسبة إلى السلوك. بناءً على هذا، في حين يظل منعكس الإجفال معدًا لإنقاذ حياة الصغير، فإن الراشد يمكن أن يستجيب بعنف لأي ضجيج مفاجئ، كما في حالة الارتجاج الدماغي، الذي يتسبب في العجز[١٠].

ويمكن أن تكون البيئة المبكرة جدًا مهمة، كما يلقى عليها الضوء عن طريق النمو الوليدي للأطفال المبتسرين، فما التنبيه المثالي للأطفال المبتسرين؟ يمكننا، عادة، أن نعوّل على اللمس "الحدسي" للأم والمداعبة بالضوء. ولكن بالنسبة إلى الأطفال المبتسرين المقيمين في الحضانات يمكن أن يكون هناك خلل ما؛ ويمكن أيضًا أن يكون غياب التفاعل ضارًا، والبحوث الحديثة على هذا الموضوع لها أهمية عملية ونظرية[١١].



شكل (٤). المنعكس الجنيني لبابينسكي. من خلال: Gesell, *Embryology of Behaviour*.

## علم النفس التطوري

كان دارون ينظر إلى الانتخاب الطبيعي على أنه خلق للعقل ونمذجته. ويُقرر هذا حديثًا بواسطة عالمي النفس التطور بين جون طوبى وليدا كوزمايدز [١٢]:

لقد أخذ دارون [أ] خطوة جذرية نحو توحيد العالمين العقلي والجسمي، عن طريق بيان الكيفية التي يدين بها على نحو قابل للجدل العالم العقلي - مهما كان مركبًا - لتنظيمه المعقد لعملية الانتخاب الطبيعي ذاتها التي فسرت التنظيم البدني للأشياء الحية. فأصبح علم النفس متحدًا مع علم البيولوجيا ومن ثم مع العلم التطوري.

ويناقش دارون مفهوم أصل العقل في مواضع عديدة من مذكراته وفي أرجاء كتابه العظيم "الانفعالات لدى الإنسان والحيوان" The Emotions in Man and Animals (١٨٧٣)، الذي ما تزال قراءته ممتعة إلى اليوم[١٣]. فمن المقترح على نحو متكرر أن العقل البشري- وكيف نتصرف في سياق الجماعات- يتشكل من خلال تطور كل من سلوك وإدراك الحيوان. ويصدق هذا بصفة خاصة على العالم البارز إ. أ. ويلسون E. O. Wilson[١٤]. وتعد هذه الأفكار الآن جاذبة لقدر كبير من اهتمام علم النفس، على الرغم من أن قدرًا كبيرًا من الدليل جاء من سلوك الحيوان، الذى يصعب تمثيله بالنسبة إلى البشر مثلما نحيا فى هذه المجتمعات "الاصطناعية" المشيَّدة. فإلى أي مدى نفلت من أصولنا البيولوجية؟ وفقًا لعلم النفس التطوري، نحن نحيا حياة الحيوان فى صورة بشرية. والشيء الجدير بالملاحظة هو أننا نستطيع أن نكتب ونتحدث عنه. فنحن نستطيع عمومًا أن نتغلب على السلوك الموروث الخطير اجتماعيًا، على الرغم من أننا ننقلب أحيانًا، ممتطين عواصف البحار القديمة.

هناك فروق موروثة كبيرة جدًا بين الأنواع فى السلوك والأجهزة الإدراكية. فحتى عدد العيون غير ثابت، والسلوك الموروث متنوع بشكل مذهل، حتى بالنسبة إلى الثدييات. ولكن ما يهمنا هنا هو البناء الفطري للعقل

البشرى. ويعد الدليل الوارد من الأنواع الأخرى موحيًا، على الرغم من أنه غير مباشر ويصعب تفسيره. فما هو الدليل البشرى المتاح على الاعتقاد بأن سلوكنا وإدراكنا يتم التحكم فيهما بواسطة الميراث من الماضي، منذ زمن طويل قبل التاريخ البشرى؟ يعد الدليل الأثرى (القديم) مهمًا لكنه عام (تخطيطى)، وحديث للغاية، ولكن يمكننا ننظر إلى سلوكنا وإدراكنا "الحفري الباقي حيا".

فنحن نرث المخاوف والبغضاء التي تكافئ مخاطر الحياة البشرية المبكرة: الخوف من السقوط، ومن الأفاعى والحيات؛ ومن العناكب، ومن الأماكن المغلقة المظلمة، ومن الأصوات الفجائية. وتعد هذه المخاوف شائعة وذائعة الانتشار بالفعل عبر السلالات. فينبغي للمرء أن يحذر، مع ذلك، أن تلك المخاوف واسعة الانتشار لا ترجع إلى خبرات الطفولة الشائعة، ومن ثم المكتسبة لا الموروثة. إلا أن هذه المخاطر كانت شائعة جدًا منذ آلاف السنين أكثر مما هي حاليا، وهناك فقدان واضح للخوف من المخاطر الحديثة. وهكذا يجب أن يُحمى الأطفال عندما لا تميل مخاوفهم الفطرية للتطبيق حاليا، ويجب أن نتعلم المخاطر الجديدة قبلما تتسبب في كارثة.

## ماذا يُورَث؟

تتمثل التفضيلات الموروثة الموحية على نحو خاص في الخصائص المتعلقة بالجنس للخصوبة الأنثوية والصلابة الذكورية. فالجاذبية الأنثوية الأولية تتمثل في الشباب، نظرًا لأن الأطفال ربما يولدون على نحو متكرر

جدًا لأمهات تتراوح أعمارهن بين ١٧ــ٢٥ سنة، مع ذبول سريع خلال الأربعينيات من العمر. وعلى ما يبدو، فإن الرجال يظلون جذابين لمدة أطول نظرًا لأنهم يظلون فحولاً أقوياء، ويستطيعون أن يواصلوا حماية ودعم أنفسهم ضد بداية الشيخوخة مبكرًا[٤٠].

ويبيِّن كل من الجنسين الكثير من الملامح التي نجد أنها جذابة بالفطرة. ومن الصعب جدًا إرضاء النساء. والمفضل فيهن من غير استثناء الوجوه المتناسقة، إذ إن التناسق يرتبط بالشباب والصحة الجيدة، وهو ما يشير أيضًا إلى غياب "التشوش" الوراثي.

وتعد بشرة النساء ولونها علامات مهمة على الصحة، مصحوبة بمؤخرة البنت. فهناك تفضيلات واضحة لشكل الجسم الأنثوي بالنسبة إلى الذكور، وعلى وجه الخصوص نسبة الخاصرة إلى الورك. ويتنوع حجم الجسم المفضل بتنوع الثقافات، ولكن الجاذبية العالمية القصوى تتمثل في أن نسبة الخاصرة إلى الورك تقدر بحوالي ٠.٧ وتعد النظرات أو تعبيرات الوجه أكثر أهمية لدى النساء منها لدى الرجال؛ وتقدر النساء خصال الشخصية، مثل الثقة بالنفس والسيطرة، على أنها أكثر أهمية من النظرات أو تعبيرات الوجه. ويُقدر رغد العيش، والسخاء، والصلابة أو الثبات بشكل عالٍ.

ويتبين أنه في أمريكا، تُعد المؤهلات المهنية مهمة بقدر أهمية أشكال الجاذبية. والأطباء وأساتذة الجامعات ينطبق عليهم هذا جيدًا. وهذا يثير سؤالاً عامًا مؤداه: ماذا، تحديدًا، يورَّث من خلال ماضي البشر؟ على الرغم من أن الأشكال المغرِية للجسم يمكن أن تورَّث، من خلال الارتباط القديم بالخصوبة

الأنثوية. وأكتاف الذكور العريضة المتعلقة بالشجاعة في الصيد، فإنه من المضحك افتراض أن دكتوراة الفلسفة تكون هي نفسها على النحو آنف الذكر. فدكتوراة الفلسفة تمثل مؤشرًا حديثًا على النجاح، وهذه الجاذبية للنجاح هي التي تورَّث. فما يورَّث بالضبط هو، بالتأكيد، صنف رئيسي من الأسئلة يلتمس علم النفس التطوري. لنأخذ العدوان مثلاً بعين الاعتبار: هل العدوان لابد أن يتضمن الوحشية؟ أو هل العدوان ضد الوحشية يأتي أيضًا عن طريق الوراثة؟ بالتأكيد هذا سؤال مهم، كما أن الإجابة عنه تعكس الكيفية التي يمكن أن يوجَّه بها كل من السلوك والإدراك الفطريين، عن طريق التعليم والعبرة، إلى نهايات مستحبة اجتماعيًا.

هذه المرونة الكبيرة موجودة إلى حد بعيد، خصوصًا عندما تختلف الحاجات الحالية عن الظروف الأصلية. إلا أن هذه المرونة ينبغي لها أن تجعل من الصعب للغاية إيجاد أمثلة واضحة على السلوك المحدد وراثيًا، خصوصًا فيما يتعلق باكتشاف ما يورَّث وما يُكتسب.

ومن المعقول افتراض أن الزهور والأشجار والطقس الدافئ تُستحسن نظرًا لأن هذه الأمور كانت مهمة لمدة طويلة. ولكن فترات الخطر والمعاناة ربما تكون مهمة أيضًا، لتجنب الكسل، وتعزيز التفكير والتخطيط السريعين. وأيضًا، فإن ما يورَّث يمكن أن يكون وسيلة لاكتساب المهارات.

## اللغة

منذ عمل وأفكار نعوم تشومسكى المؤثر بصورة ملحوظة، كان ادعاء الموروثات الجينية القوى للعقل خاص باللغة[١٦]. ويعد ستيفن بينكر Steven Pinker المدّعى الأكبر حاليًا. فقد كتب بعذوبة وثقة يصف قوة اللغـة بهـذه الكلمات:

> عندما تقرأ هذه الكلمات، فأنت تشترك في واحدة من عجائب العالم الطبيعي. وكلانا ننتسب إلى الجنس البشرى species ذى القدرة الملحوظة: فنحن نستطيع أن نشكل الأحداث في مخ بعضنا البعض بدقة شديدة. إنني لا أشير إلى عملية تخاطر عن بعد. فتلك القدرة هي اللغة. وعن طريق إصدار ضجيج بأفواهنا ببساطة، نستطيع أن نتسبب على نحو ثابت في نشأة دقة الاتحادات الجديدة للأفكار في عقول بعضنا البعض. وتتشكل القدرة بشكل طبيعي جدًا لدرجة أننا نكون عرضة لنسيان ما يعد معجزة[١٧].

يبقى إلى أي مدى يعد تركيب اللغة فطريًا مسألة خلافية بعد سـنوات من البحث المكثف. وتبدو النظرية غير قابلة للتصديق أصلاً نظرًا لأن هناك كثيرًا من اللغات المتباينة جدًا. لقد تمثَّل استبصار تشومسكى في بنائه العميق بأن هناك بناء عامًا مشتركًا يتضمن جميع اللغـات الحيـة. وفـى الواقـع، فإن هذه الفكرة توضح صعوبة معرفة ما يتم ترميزه وراثيًـا ومـا يـورَّث على أنه معرفة فطرية. وبوضوح ليست الكلمات، بوصفها متباينة في مختلف اللغات، هي التي تميزت بفروق ولكن أيضًا تميزت القواعد النحوية بفروق. إن البناء العميق لتشومسكى بوصفه يتضمن جميع القواعد النحوية المتنوعة

يعد فكرة ذكية. ويمكن تقييمه فقط عن طريق الخبراء من زملاء الدراسة. وهناك على ما يبدو الآن، على أية حال، أنه شيء ما من التراجع عن موقف تشومسكى.

ويشير بينكر إلى أن القردة ليست لها على الإطلاق لغة مساوية لنا، مما يعد ثغرة مدهشة تحتاج إلى التفسير. ويتمثل تفسيره في أن القردة الباقية على قيد الحياة لا تعد أحفادًا مباشرة. فهناك فجوة زمنية، تقدر بعشرة ملايين سنة، في السلف العام. وهذا يترك زمنًا لآلياتنا المخية، والمناغاة الخاصة بلغة البشر، لكي تنمو بطرقها الخاصة.

ربما لكي تصل إلى الغاية البسيطة، من الممكن غالبًا أن تفهم الجملة الملحونة (لا تخضع للقواعد النحوية) تمامًا، أو الجملة ذات التركيب النحوي غير الواضح. ومن ثم يعد هذا حشوًا - على الرغم من أن المعنى يعد واضحًا، خصوصًا في الموقف المشترك. فـ "الله جميل!" لها معانٍ مختلفة تمامًا على الرغم من أنها واضحة، كما في الكنسية أو عندما يحدث شيء ما غير عادي. وبالطبع فإن نغمة الصوت تكون فعالة. ولكن النحو يقينًا يعد أساسيًا للتعبير عن الأفكار المركبة. فإذا كنا نريد قول أي شيء ألبتة فإن التركيب النحوي المعقد يكون أساسيًا. مثلاً: "هل بإمكانك أن تفحص هذا المرجع الآن وتقارنه بالطبعة الأولى قبل أن تطلب نصيحة سميث؟" فقط يُتضمَّن قدر كبير من المعرفة الضمنية. بناء على هذا، "ابحث لي عن المعلومات ونحن سنبحث عن المرجع" يجعل الإحساس مذهلاً.

ربما تمثل نظرية تشومسكى نظرية للإدراكات على أساس كونها تمثل فروضا، مبنية عن طريق القواعد التالية التى تستند إلى المعرفة (الفطرية والمكتسبة). وتتمثل نقطة الخلاف فى نسبة المعرفة الفطرية إلى المعرفة المكتسبة، فيما يتعلق بالإدراك وفيما يتعلق باللغة.

يتم اكتساب المعرفة الفطرية فى حد ذاتها أصلاً عن طريق الانتخاب الطبيعى، وعلى الرغم مما كان يمثله الانتخاب الطبيعى من ضغط بالنسبة إلى البناء العميق لتشومسكى فلا يمكن أن يكون النحو واضحا ألبتة. فإذا نما بشكل مستقل عدة مرات، فبالتأكيد هناك سؤال يحتاج إلى إجابة. إننى لا أعرف الإجابة، أو أين نبحث عنها. من المحتمل، أن البناء اللغوي قد نشأ عن التصنيف الإدراكي السابق على اللغة للأشياء والأفعال. فيستطيع المرء أن يرى الأسماء والأفعال بهذه الطريقة. ولكن بالتأكيد فإن هذا يخلف غموضًا فى "الدقة الشديدة" للغة.

لعل النقطة الأساسية أننا نستطيع الاستبطان عن التراكيب والقواعد اللغوية - فنحن نستطيع، كلما كان ذلك ممكنا، أن نشعر بما إذا كانت الجملة مصوغة أو نحوية بشكل جيد حتى بدون معرفة قواعد النحو بشكل واضح. ونحن نشعر بأن الجملة "يجب أن نعرف أفضل" هي جملة خطأ، حتى على الرغم من أننا ربما لا يمكننا القول لماذا هي خطأ. ويقع الأطفال فى هذا النوع من الخطأ فى حالة صوغ الفعل الماضى، كلما كانت قواعدهم خاصة إلى حد ما وتقوم بتعديل القواعد الأكثر تبكيرا. ولكننا لا نستطيع رؤية قواعد الإدراك. إذ ينبغى لها أن تكتشف عن طريق التجارب.

ومن غير الواضح لماذا نرى "الأشياء المستحيلة" مستحيلة، أو لماذا ترتبط خداعات التشوية مثل خداع موللر - لير برؤية العمق. ومن الممكن أن تكون قواعد الإدراك خصبة بقدر خصوبة قواعد اللغة، على الرغم من أنها ليست بعد كما يُعترف بها تمامًا.

من الطريف أن برامج معالجة النصوص تستطيع التنبه للأخطاء النحوية وهي تعد جيدة فى ذلك على نحو لافت للنظر. مما يعني أنه على الرغم من أنها معروفة أصلاً، فإنها تُصاغ فى برامج حاسوبية واضحة، تعمل باتساق مهما كان موضوع مادة الكتابة. وليس هناك هذا الإعراب الحاسوبى الكامل للصور، على الرغم من أن هذا يعد مشروعًا بحثيًا نشطًا، ولقد كان كذلك لمدة أربعين سنة. وقد بُرمجت أجهزة الحاسوب لكي تحل وتولِّد الصور المستحيلة في وقت مبكر من نهايات الستينيات، قياسًا على القواعد النحوية التولدية المتصورة بواسطة تشومسكى(٠٨).

## رؤية القديم

لن نشك فى أن هذا المنحى "الأثري" الجاكسونى له أيضًا إمكانيات إكلينيكية أكبر الآن فى حالة تشفير الجينوم البشرى. وربما نحتاج إلى معرفة التسلسلات الجينية لأسلافنا، بالإضافة إلى التشريح التفصيلي المقارن، لكى ننفذ هذا البرنامج ونطبق النتائج بشكل فعال. فإلى أى مدى سيذهب؟ هذا يثير الخيال العلمي، ولكننا يمكننا الاعتقاد أننا عندما نرث المعرفة الإدراكية القديمة فإنه ربما يكون من الممكن أن نقيم صلة قوية مع أشكال الحياة

الماضية، حتى ربما لكي نكتشف أصوات وألوان الديناصورات المنقرضة، من خلال الاستجابات الفطرية الحالية للمخلوقات الحية التى عرفها الأقدمون. فهل من الممكن أن التسلسلات الجينية، والاستجابات الموروثة، تظهر العقول المفقودة؟ ليس هناك حد واضح لما قد يبقى فى الشفرة الجينية التى نرثها.

## الفعل والرؤية

ثمة دليل حقيقي على أن الإبصار البشري يتمثل فى كل من القديم والحديث، فى ظل "مجاري" المعالجة الخاصة بها، كل منهما ينبعث من المنطقة البصرية الأولية فى مؤخرة المخ. وهناك مجرى بطني فى اللحاء الصدغي السفلي، الذى يرتبط بالذاكرة. ومن المعتقد أصلاً أن المجرى الظهري يُعنى بالمكان الذى توجد به الأشياء فى حين يرتبط المجرى البطني بالأشياء الموجودة فعلاً. وعلى ما يبدو الآن أن التمييز يكون بين الفعل المباشر والرؤية الشعورية الواعية. ويبدو أن جهاز الرؤية البطني يعد شعوريًا.

ويأتى الدليل على وجود المجريين اللحاءين من خلال تشريح المخ، ومن خلال المسح بالرنين المغناطيسي للفروق الوظيفية الذى يكشف فى حالات نادرة التلف المخى الانتقائي. فقد وجد كل من ديفيد ميلنر **David Milner** وميل جوديل **Mel Goodale** أن المريضة، م. م.، يمكنها استخدام يديها فى المهام الماهرة، مثل إرسال خطاب بالبريد من خلال شق ضيق للتوجيهات المتنوعة، على الرغم من أنها لا تستطيع أن ترى شعوريًا

الخطاب أو الشق. فبصرها كان يعمل لأجل الفعل (السريع) وليس لأجل الرؤية الشعورية (Milner & Goodale 1995).

ويعد هذا الدليل الإكلينيكى موحيًا، ولكن هناك اهتمامًا دائمًا بأن يكون المخ غير سوي. فهل هناك دليل على استبعاد السلوك عن الرؤية لدى المبحوثين الأسوياء؟ يأتي الدليل من خلال الخداعات. وهناك العديد من خداعات التشوية المعروفة جيدًا (كما سنرى وسنناقش بكثير من التفصيل) ولكنها تستخدم هنا كأدوات تجريبية يتم الحصول عن طريقها على فروق فى الرؤية والفعل - جراء اكتشاف ما إذا كانت الخداعات البصرية تؤثر على السلوك اللمس. ويتمثل الدليل فى أنه يمكن أن تكون هناك تشوهات بصرية للحجم على الرغم من أن أصابع اليدين تمسك عادة بالشيء المشوَّه بصريًا. ومثلما أن التشويه يكون فى الإبصار وليس السلوك اللمسي، فإنها يجب أن ترتبط بالأجهزة العصبية المختلفة(١٩).

وتعد هذه التشوهات صغيرة، مجرد مليمترات قليلة، من ثم يصعب إجراء التجارب ولا يتم تأييدها على الدوام. فقد وجدنا تفريقًا بين اللمس السريع للأهداف والخبرة البصرية بها فى حالة الخداع الكبير والقوى جدًا - خداع الوجه المجوف. وهو يعد قناعًا مجوفًا، يُرى على أنه وجه عادي بارز الأنف، ببساطة لأن الوجه المجوف يعد غير محتمل تماما. ويلمس المبحوثون الأهداف الموجودة على القناع المجوف بشكل صحيح. على الرغم من أنهم يرونها أقرب على الوجه ذي المظهر الطبيعي الخادع. وإنه ليعد مدهشًا حقًا. عندما تقوم يد المرء بلمس، لنقل، وجه القناع المجوف، بنقرة سريعة خفيفة،

على الرغم من أنه يبدو أقرب بوصفه وجهًا محدبًا. وهكـذا فـإن اللمـس والإبصار يتمايزان بشكل مثير تمامًا. ولقد اشتملت تجارب أخرى على لمس دائرة خداع إينجهاوس (أو تتشنر)، التى تبدو أكبر عنـدما تُحـاط بـدوائر صغيرة.

لقد كانت نظرية الجهاز البصري القديم فيما يتعلـق بالفعـل الـسريع والجهاز البصري الحديث فيما يتعلق بالسلوك المعرفي المخطط، فى حالـة الشعور، ذات مغزى تطوري.

# حواشِ ختامية

(١) قدم لامارك نظريته فى التطور - مبتكرا فيها تصور أن الأنواع البيولوجية تعد ثابتة - في(1809) *Philosophie Zoologique*.

(٢) ينقل البشر، بالطبع، المعرفة عبر الأجيال من خلال الكتب والإنتاجات المصطنعة لكثير من الأنواع kinds. وهذا النقل الثقافي للمعرفة cultural transmission of knowledge يجعل البشر أنواعا بيولوجية فريدة.

(٣) كتابات هوفلنج جاكسون غير سهلة القراءة، بل لا تبدو متسقة على الدوام: ولكن كانت لديه استبصارات تنير التفكير الحالي وتوضحه. ولقد اعترف جاكسون بدَين عقلى لهربرت سبنسر Herbert Spencer (١٨٢٠ـ١٩٠٣) فيما يتعلق بالتفكير بامتداد هذه السلاسل التطورية، خصوصا مبادىء علم النفس *Principles of Psychology* (1855) الرحبة لسبنسر التى تعد مشروعا مثبطا للهمة عن القراءة. انظر: M. Critchley and E. Critchley, *John Hughlings Jackson: Father of English Neurology* (Oxford: Oxford University Press, 1998).

(٤) يقتبس هذا بواسطة كريتشلي Critchley وكريتشلي (١٩٩٨: ٥٦). ويحذر يقينا، الآن، ما يتعلق بالعناية بالمفاهيم المطلوبة لتحديد موضع الوظائف من خلال تصوير المخ. ويعد غامضا إلى حد بعيد أن زيادة معدل الأيض موضوعيا ربما تتمثل فى زيادة الكف، وليس التنشيط.

(٥) Lewis Wolpert, *Principles of Development* (Oxford: Oxford Univrsity Press, 1998), 445.

(٦) ويستمر في القول: "يتمثل المثال الآخر في الأقواس والفتحات الخيشومية التي توجد حاليًا لدى جميع أجنة الحيوانات الفقارية، بما في ذلك البشر. وهذه لا تمثل آثارا للأقواس والفتحات الخيشومية لسلف

راشد يشبه السمك، ولكنها تمثل آثارًا لبناءات ربما توجد حاليًا لدى جنين سلف شبيه بالسمك. وخلال مراحل التطور، أدت الأقواس الخيشومية إلى كل من خياشيم السمك البدائي عديم الفك، وفي التعديل الأخير، إلى ذوات الفكين. فعندما يترك سلف الفقاريات البرية البحر، لا تكون الخياشيم مطلوبة لمدة أطول، ولكن البناءات الجينية التي أدت إليها تظل مستمرة".

(٧) نقل من الكتاب، كما هو.

(٨) نقل من الكتاب، كما هو.

(٩) يقتبس جبزيل دراسة معروفة جيدًا عن الوضع والسلوك الثديي الموجود، أجراها ماجناس Magnus (١٩٢٥): "افترض أن قطة تقف في وسط الحجرة، وفأر يجرى في جانبها الأيمن بطول الحائط. وتؤدى المنبهات البصرية والسمعية وظيفتها وفقًا للمستقبلات عن بعد الموجودة في دماغ القطة. وتجعلها تحول الرأس الثقيلة إلى الجانب الأيمن. فعن طريق مركز الجاذبية هذا يُستبدل الجزء الأمامي من الجسم بالأيمن. وفى الوقت نفسه تثور الانعكاسات المنشطة للرقبة، التي يُقوّس عن طريقها العمود الفقاري ويُمدّد الطرف الأمامي الأيمن بقوة لدرجة أنه يحمل وزن الجسم بمفرده ويحميه من السقوط. ولا يبقى للطرف الأمامي الأيسر شيء ليحمله. وبهذا التناغم يسترخي هذا الطرف تحت تأثير المنعكس المنشط للرقبة. وفي الوقت نفسه يُعاد تنظيم وترتيب توزيع الاستثارة في المراكز الحركية للحبل الشوكى عن طريق تحويل الرقبة، حتى أن ... الطرف الذي ليس لديه وظيفة ثابتة سوف يصنع الخطوة الأولى دائمًا. وبهذه الطريقة ... فإن القطة تركز في اتجاه الفأر وتستعد للحركة. والشيء الوحيد الذي يكون على القطة (p.48) أن تفعله هو أن تقفز أو لا تقفز: فجميع الأشياء الأخرى أُعدت سلفًا بطريقة انعكاسية تحت تأثير الفأر، الذي سيكون الشيء موضوع القفزة الناتجة.

ويعلق جبزيل: "بيّن ماجناس بوضوح هذه المنعكسات لدى البلهاء ولدى المرضى الذين يعانون من أعطاب المسار خارج الهرمي ووصل خطأ إلى استنتاج أنه لدى الإنسان يعد هذا بمثابة ظاهرة مرضية". ولكن جبزيل بين – ويعد هذا مهمًا بالتأكيد – أن "هذا يعد خاصية عادية للسلوك البشري الجنيني وبعد الجنيني. فهي تحدث بصورة كلاسيكية فيما يقرب من الأسبوع الجنيني الثامن والعشرين".

(١٠) هناك مدرسة المعالجين الممارسين الذين أمدونا بتمرينات خاصة لإعطاء الجهاز العصبي "فرصة ثانية" لكف المنعكسات الشاذة. لقد بُدئ هذا بواسطة بيتر بليث Peter Blythe، في سنة ١٩٦٩، الذي أنشأ مؤسسة لعلم النفس الفسيولوجي العصبي، في سنة ١٩٧٥ بالسويد. ويوصف هذا العمل بواسطة سالي جودارد Sally Goddard

(١٩٩٥). ألا يمكننا، كما نوقش بواسطتها، أن نأخذ بعين الاعتبار هذا المنحى للمشكلات النفسية مثل فصام الطفولة؟ يمكن أن نؤجل المنعكسات الشاذة أو نمنع الارتقاء العقلي السوي. بأية حال هناك عودة حقيقية إلى التنظيم "الاجتماعي" الأدنى المبكر للمخ. ويعد موحيا أنه أثناء التقدم البطيء المفزع تعود المنعكسات المبكرة لمرض الزهايمر للظهور، بترتيب زمني عكسي.

(١١) توصف دراسات عديدة في El vedina N. Adamson-Macedo, *The Psychology of Pre-term Neonates* (Heidelberg: Mates Verlog, 2002).

(١٢) J. Tooby and L. Cosmides. "*Psychological Foundations of Culture*", in J. Barkow, L. cosmides, and J. Tooby (eds), the Adapted Mind (Oxford: Oxford University Press, 20, 1992).

(١٣) Charles Darwin, *The Expression of the Emotions in Man and Animals* (London: John Murray, 1873)، وأعيدت طباعته في مطبعة جامعة شيكاغو (١٩٦٥). ولأجل وجهات النظر الحالية: Paul Ekman, *Darwin and Facial Expression: A Century of Research in Review* (New York: Academic Press, 1973) ظل تفسير داروين ثابتا على نحو لافت للنظر.

(١٤) يمثل إ. أ. ويلسون سلطة عالمية على النمل. فقد سبب كتابه، *Sociobiology: A new synthesis* (Harvard University Press, 1975)، إعجابًا حماسيًا عندما ظهر، وأدى هذا إلى اختفائه بصعوبة. والتفسير القابل للقراءة بشكل عالٍ لعلم النفس التطوري، وبصفة خاصة الانتقاء الجنسي sexual selection، يتمثل في كتاب Matt Ridley, *The Red Queen* (Harmouds Worth: Penguin , 1993).

(١٥) يتمثل الفصل الممتاز، الذي يقدم المراجع والأسانيد المفصلة في: David M. Buss, *Evolutionary Psychology* (Boston: Allyn and Bacon , 1999).

(٦) N. Chomsky, *Syntactic Structure* (The Hague: Mouton , 1957); N. Chomsky, *Rules and Representations* (New York : Columbia .University Press, 1980)

(٧) Steven Pinker, *The Langauge Institute* (London: Allen Lany the .penguin press, 1994). 15

(٨) D. A. Huffman, "Decision criteria for a class of 'impossible' objects", *Proceedings of the First Hawaii International Conference on System Science* (Honolulu, 1968); D. A. Huffnan, "*Impossiple objects as nonsense sentences*", Machine Intelligence 6, ed. Bernard Meltzer and Donald Michle (Edinburgh: Edinburgh .university press, 1971)

(٩) اقترحت فكرة المجريين البصريين بواسطة ل. ج. أنجرليدر L. G. Ungerleider و م. ميشكينكين M. Mishkinkin (١٩٨٢)، وطورها ديفيد ميلنر وميل جوديل (١٩٩٥)، تبعًا لدليل أولي من خلال اختلال المخ الانتقائي. ونادرًا جدًا مايفقد أحد الجهازين. انظر: A. D. Milner and M. A. Goodale, *The visual brain in action* (Oxford: Oxford University Press , 1995); M. Jeanerad , *The cognitive neuroscience of action* (oxford: Blackwell,1977); L. G. ungerleider and Mishkin, "Two cortical visual system", in D. J. Ingle, M. A. Goodale, and R. J. W. Mansfield (eds.), *Analysis of .visual behavior* (Cambridge, MA: MIT Press, 1952), 549-86

# الفصل الثالث

# الضوء الأول

يعد الضوء الأول مناسبة لعلماء الفلك للاحتفال بتليسكوب جديد عند رؤية الكون لأول مرة – فهو منظار عملاق يغذى مخ عالم الفلك بصور الأشياء السماوية، أحيانًا من الماضى البعيد، قبل أن تبدأ الحياة على الأرض.

لقد كان الضوء الأول للعيون الحية منذ نصف بليون سنة، على أرض مختلفة تمامًا عن أرضنا. ومثل جميع الرحلات العظيمة، تركت تجارب التطور المثيرة سجلات يومية، وبالتالى نستطيع أن نرتحل دروبها في عقولنا. فقد حفظت سلاسل الأحداث المفتاحية ليس فقط بوصفها أصداء للماضى للمخلوقات التى تحولت إلى صخر، ولكن أيضًا للحفريات الحية، بما في ذلك بنى أجسادنا وعقولنا. ويعد هذا سببا جيدًا لنتذكر خطوات التطور، فيما يتعلق باكتشاف أين ومتى نكون[١].

نحن نفكر ونرى بالتناظر. فالأشياء الفريدة يصعب عمليًا أن نراها أو نصفها. فالعيون فُهمت أولاً عن طريق المقارنة بالصور البصرية للأجهزة التى تقوم بتسليط الضوء على الشاشات في حجرة مظلمة خصوصا في حجرة التصوير السحرية بالكاميرا[٢]. وبالعكس، فقد كانت الأجهزة البصرية موحية بالعيون البيولوجية. فقد كتب تشارلز داروين قبل ظهور كاميرات التصوير الفوتوجرافي مقارنًا بين العيون والتليسكوبات الفلكية، وكيف صُممتا.

تهكميًا، فإن ما اكتشفه علماء الفلك بعيون مناظيرهم يستحيل بداهة تقريبًا الإمساك به. وتعد المسافات الشاسعة من حيث المكان والزمان كبيرة للغاية حتى يحيط بها الخيال، مما يؤسس على الخبرة الأرضية. فما هي الملايين الأميال؟ وما هي البلايين السنوات؟ إن عالم الفلك يستطيع أن يحسب الصور حتى التى لا يدرك أو يتخيل ما تعنيه. فالعلم يتسع وغالبًا ما يبرز من الخيال.

إن التغيرات فيما يمكن وما لا يمكن رؤيته على أنه معرفة وبصريات قد تطورت وانطبقت على الأمخاخ والعيون طوال خمسمائة مليون سنة من التطور. فنحن لا نستطيع أن نقدر طاقات وحدود العيون بدون أخذ الأمخاخ التى تقوم بخدمتها في الاعتبار؛ نظرًا لأن العيون توفر الإشارات الحسية بل والمعرفة التى نحتاج إليها لتحويل الإحساس إلى إدراك.

وبالتالي فلكي نفهم الإدراك، نحتاج إلى النظر إلى ما هو أكثر من البصريات وفسيولوجيا الإحساس؛ فنحتاج إلى إدراج المعرفة التي تعطي معنى للإشارات الحسية. وسوف نجد أن المعرفة غير الملائمة أو الافتراضات الزائفة ربما تكون لها آثار وخيمة على الرؤية، والفهم أيضًا.

## أصول العيون والأمخاخ

يعد التطور مفتاحًا لكل من "الأجهزة" الفسيولوجية و"برامج" المعرفة التى تدرك بها العيون والأمخاخ الأشياء والأحداث. ويعد التطور عن طريق الانتخاب الطبيعى الآن المفتاح المقبول لفهم البيولوجيا، على الرغم من أنه لا يزال من الصعب أن نتصور المدى الزمنى الهائل، أو أن نقدر أننا لسنا نتاجًا

لتصميم عقل. ونظراً للطبيعة العضوية فإنه يبدو بوضوح أنه مبـدع. فهـو غني بالإجابات عن المشكلات الصعبة جدا التى بالكاد نفهمها. فمـن غيـر المتصور أن هذا قد حدث ببساطة هكذا بالصدفة، فالأمر ليس كذلك. ويمثـل الانتقاء من بين الأحداث الاحتمالية الأساس "للذكاء" الإبداعي للتطور. فهـو عبارة عن عمليات التطور التى تمثل "الذكاء" والإبداع، حتى على الرغم من أنها تكون عمياء وفيما يبدو بلا غرض.

ويُنظر إلى تطور العيون على أنه تحد خاص لنظرية التطور، عنـدما تظهر العيون الكثير من علامات التصميم الحـذر المـدروس. فقـد كانـت البناءات المعقدة والدقيقة للعيون هي التي أعطت دارون "رعدتـه البـاردة" الشهيرة. فهل من الممكن أن تنشأ العيون فعلاً عن طريق عمليات المحاولـة والخطأ العمياء، بدون مصمم؟ فنحن نعرف من مصادر عديدة أن هذا كـان في مخيلة دارون، عندما كان ينتظر بتلهف ظهور تحفته "أصل الأنواع" في وقت متأخر من سنة ١٨٥٩. فهل ممكـن أن يتقبـل منتقـدوه اسـتنتاجاته الابتداعية من خلال سنوات ملاحظته وتفكيره؟

يرجع إلى تشارلز دارون **Charles Darwin** – وألفريد راسيل والاس **Alfred Russel Wallace**[٣]، الذين يرتبط باسميهما التطـور عـن طريـق الانتخاب الطبيعى المعلن في سنة ١٨٥٨ – ومن ثم الفضل فـي رؤيـة أن العمليات الإحصائية تخترع بناءات وعمليات الحياة. كان هذا قبل أن يفهـم كليا تقريبا مجال الإحصاء الرياضي ولم يكن دارون رياضيا: لقد أدرك القوة المحركة على أنها منافسة: منافسة من أجل البقاء ضد الأفراد المنافسين من

الأنواع الأخرى لأجل موارد محدودة. وهناك أيضا التكيف مع المخاطر الطبيعية، مثل الجفاف والحرارة المفرطة. أدرك كل من دارون ووالاس بشكل مستقل أهمية المنافسة من خلال قراءة كتاب في الاقتصاد لتوماس روبرت مالتوس Thomas Robert Malthus (١٧٦٦ـــ١٨٣٤). كان مالتوس عالم رياضيات وكاهنا. بدا مقاله عن مبدأ السكان مجهولا في البداية، ثم بعد ذلك توسعت البراهين في سنة ١٨٠٣. ومن اللافت للنظر حقا أن هذا الكتاب بواسطة كاهن خجول كانت له هذه الآثار الدرامية عن طريق تحدى التفسيرات المقبولة للدين والإيحاء بنموذج إرشادي قوي بشكل هائل لعلم الأحياء.

لقد كان الادعاء بأن صور الحياة تتطور وليست مصممة سلفا مثيرا للجدل في حينه وما يزال. ويقاوم الكثيرون قبول أنه ليست هناك خطة أولية للحياة، وليس هناك هدف أو غرض للكون[٤]. وفي الواقع فإن التصميم الذكي (على الرغم من أنه يتعلق بغرض خفي) يدعمه بوضوح كل امريء يمكن أن يراه - الكيانات الرائعة للنباتات والحيوانات. فهي تبدو وكأنها تصميم لأشياء حية تتطلب ذكاء - بل ذكاء فائق - وبعد ذلك اكتشف دارون العملية الإحصائية العمياء، فائقة الذكاء، التى صممت جميع صور الحياة، بما في ذلك الأمخاخ والعيون، من خلال المنافسة من أجل البقاء محدودة الموارد.

والآن، مرت حوالى ١٥٠ سنة منذ استبصار دارون، ومايزال التطور فكرة مدهشة جدا يصعب أن يتصورها الخيال. فكيف توصل إليها دارون؟ يسجل تفكيره في مذاكراته. فمن خلال مذكرة سجلها سنة ١٨٣٧، من

الواضح أنه كان حتى ذلك الوقت عالم تطور مقتنع بذلك؛ ولكن في سنة ١٨٣١، عندما بدأ رحلته على السفينة الملكية بيجل، لم يكن قد اقتنع بعد[٤]. وبحلول سنة ١٨٤٤، قبل خمسين سنة من كتابه النشوء، كان لدارون نظريته التي استنبطها جيدًا. وقد أخذ بعين الاعتبار ما يمكن أن يتحداها أو يدحضها. واحتفظ "بكتابه الأسود" من أجل تسجيل أي دليل مضاد قد يجده. وفي الواقع، كانت هناك صعوبات وثغرات مثبطة للهمة في الدليل، ولحسن الحظ كان داروِن واعيًا بها. فلماذا تؤدي لسعة العقارب نفسها إلى الموت في ظل وجود النار؟ إن هذا يضايقه، على الرغم من السؤال: كيف يمكن أن يحسن الانتحار فرص البقاء؟ لقد كان ذيل الطاووس مفرط الطول مشكلة: فكيف يمكن أن يكون هذا العبء أكثر نفعًا من أن يكون أكثر إعاقة؟ لقد أدى هذا بداروِن إلى استبصار عظيم آخر، ألا وهو: نظرية الانتخاب الجنسي. فمن المعروف الآن أن الرموز الجنسية يمكن أن تكون قوية لدرجة أنه حتى هذه الأمثلة المتطرفة تعد جديرة بالتكلفة. ومثلت البناءات الدقيقة المعقدة للعين تحديًا وضعها على الطاولة. على الرغم من أن العيون تعطيه "رعدة باردة".

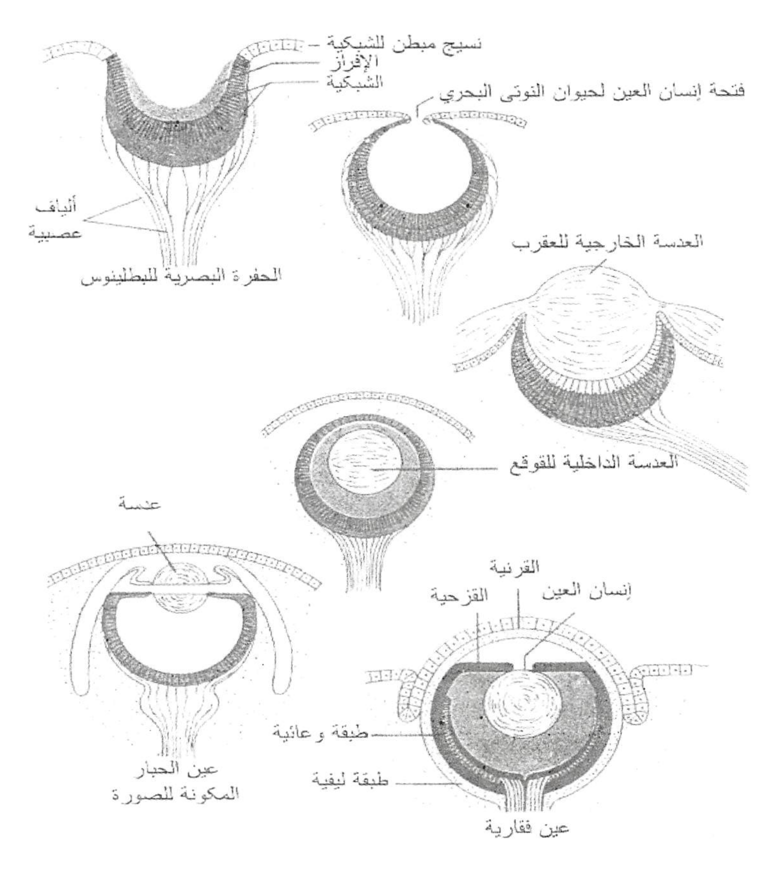
## الرعدة الباردة لداروِن

أخذ داروِن بعين الاعتبار تطور العيون في مقاله المنشور سنة ١٨٤٤ (الشكل رقم "٥")، حينما كان ينظر إلى العيون على أنها تحد خاص[٦]. فهل كانت محاولة وخطأ الانتخاب الطبيعي ملائمة؟ تطلبت النظرية أنه لابد أن

تكون هناك مزايا، تزيد فرص البقاء، في كل خطوة على الطريق. فماذا يمكن أن تكون هذه بالنسبة إلى العيون الأولى؟[٧] وما استخدام العدسات نصف المشكلة؟ كتب داروين سنة ١٨٤٤:

في حالة العيون، كما في حالة الحشرات شديدة التعقيد، مما لا شك فيه أن الباعث الأول للمرء إنما يتمثل في رفــض هذه النظرية كلية تماما. ولكن إذا تبين أن العين مــــن خلال شكلها شديد التعقيد تتدرج إلى حالة بسيطة جدا. إذا ماستطاع الانتقاء أن يحدث تغيرا بسيطا، وإذا ماكان هذا التسلسل موجودا، من ثم يكون واضحا (لأنه في هذا العمل ليس لدينا شيء لنفعله مع النشأة الأولى للأعضاء في صورها البسيطة) أنه من الممكن اكتسابـــه عن طريق الانتقاء التدريجي للتجاهل، ولكن في كـــل حالة، الانحرافات المفيدة ... في حالة العين، يكون لدينا عدد وافر من الصور المختلفة، البسيطة إلى درجة قليلة أو كبيرة. وليست متدرجة من بعضها إلى البعض، ولكــن تفصلها ثغرات أو فترات فاصلة فجائية؛ ولكننا لابد أن نذكر مدى الضخامة منقطعة النظير التي ربما يكـــون عليها العدد الوافر من البناءات البصرية إذا كانت لدينا عيون من كل حفرية موجودة من أي زمن مضى ... وعلى الرغم من السلسلة الكبرى من الصور الموجودة، فإنه من الصعب جدا حتى أن نحرز أو نحدس عن طريق أي المراحل الوسطى يمكن أن تتدرج الكثير من الأعضاء البسيطة جدا إلى أعضاء معقدة: لكن قد يغيب عن البال. أن الجزء الذي له وظيفة مختلفة كليا أصلا، ربما تدخل نظرية الانتقاء التدريجي ببطء إلى استخدام مختلف تماما؛ وتبين تدرجات الأشكال، التي يعتقد علماء الطبيعة من خلالها في المسخ الافتراضي لجزء من الأذن إلى كيس عوم في السمك، وفي الحشرات ذوات السيقان إلى فكوك، الطريقة التي يكون هذا ممكنا بها.

وتسمح هذه النقطة، التى يمكن أن يتطور بها البناء الخاص بإحدى الوظائف بل ويتغير استخدامه، بمدى من الفوائد غير الواضحة في المراحل الوسطى. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تشرع عدسات العينين كنوافذ تحمى تجاويف العين من الامتلاء بالنفاية؛ وزيادة السُمك تدريجيًا عند المركز بحيث يؤدى إلى زيادة تباين الظل بشكل مفيد، لكى تصبح العدسات متبوئرة. وتم تكوين "غشاء" العين من مستقبلات الضوء (على الأصح مثل الكاميرا الرقمية)، التى نشأت من النهايات العصبية القديمة الحساسة للمس، الذى يمثل الحاسة الأولية، والتى تسود وتتطور من أجل الإبصار.




**شكل (٥) تطور العيون. من خلال: Gregory, *Eye and Brain*.**

ويتمثل أحد الأمثلة الدرامية لتعديل الوظيفة في نشأة الأذن، من عضو خط التنصيف للسمكة الذى يراقب الضغط ويكتشف الذبذبات، إلى عضو كورتي[١] المدهش في الأذن الداخلية للفقاريات الخاص باكتشاف وتحليل الأصوات. وتنبثق قوقعة الأذن من عظام فك السمكة في وقت مبكر. ومن

(١) جزء من قوقعة الأذن يشتمل على مستقبلات حسية خاصة من أجل السمع (يُنسب إلى ألفونسو كورتي **Alfonso Corti**). (المترجم)

ثم، فنحن نستمع إلى بيتهوفن بآليات مصممة للحياة في أعماق البحار. فآذاننا كانت أعضاء ضغط تحت الماء، ودموعنا لنا ملوحة البحار القديمة.

## من اللمس إلى الإبصار

فيما يتعلق ببداية الإبصار، كان داروين يعتقد أن أي عصب يمكن أن يصبح حساسًا للضوء، ذلك أن تركيزات المستقبلات اللمسية قد أصبحت تدريجيا أكثر حساسية للضوء، وقد أصبحت هذه المناطق ندبات أو حفرًا، أدت إلى زيادة تباين الظل. وأصبحت الندبات الموجودة في العين أكثر عمقًا، مما أدى إلى زيادة تعارض الظل حتى سُدَّت هذه الندبات فيما عدا فتحة صغيرة، كالتي توجد اليوم في حيوان النوتي البحري(٨). عند هذا الموضع أصبحت العين كاميرا مكوِّنة للصور. لقد كان لهذا تسلسلات درامية تطلبت إعادة تصميم جذري للجهاز العصبي، وعن طريق تنبيه الأحداث البعيدة من حيث المكان والزمان، مما أدى إلى تعزيز السلوك الذكي تبعًا للإدراك الذكي.

انعكس تظليل الصور من خلال جميع المدخلات اللمسية. فما كان فوق أصبح تحت، وما كان يمينًا أصبح يسارًا، وعكست جميع الحركات من خلال الصور الموجودة بالعين. لقد كان لهذا آثار عميقة على "شبكة أسلاك" الجهاز العصبي. الآثار التى نراها الآن في تشريح المخ البشري، ذات المخ الأيمن الذى يقوم بخدمة الجانب الأيسر من الجسم، والخرائط اللمسية في اللحاء.

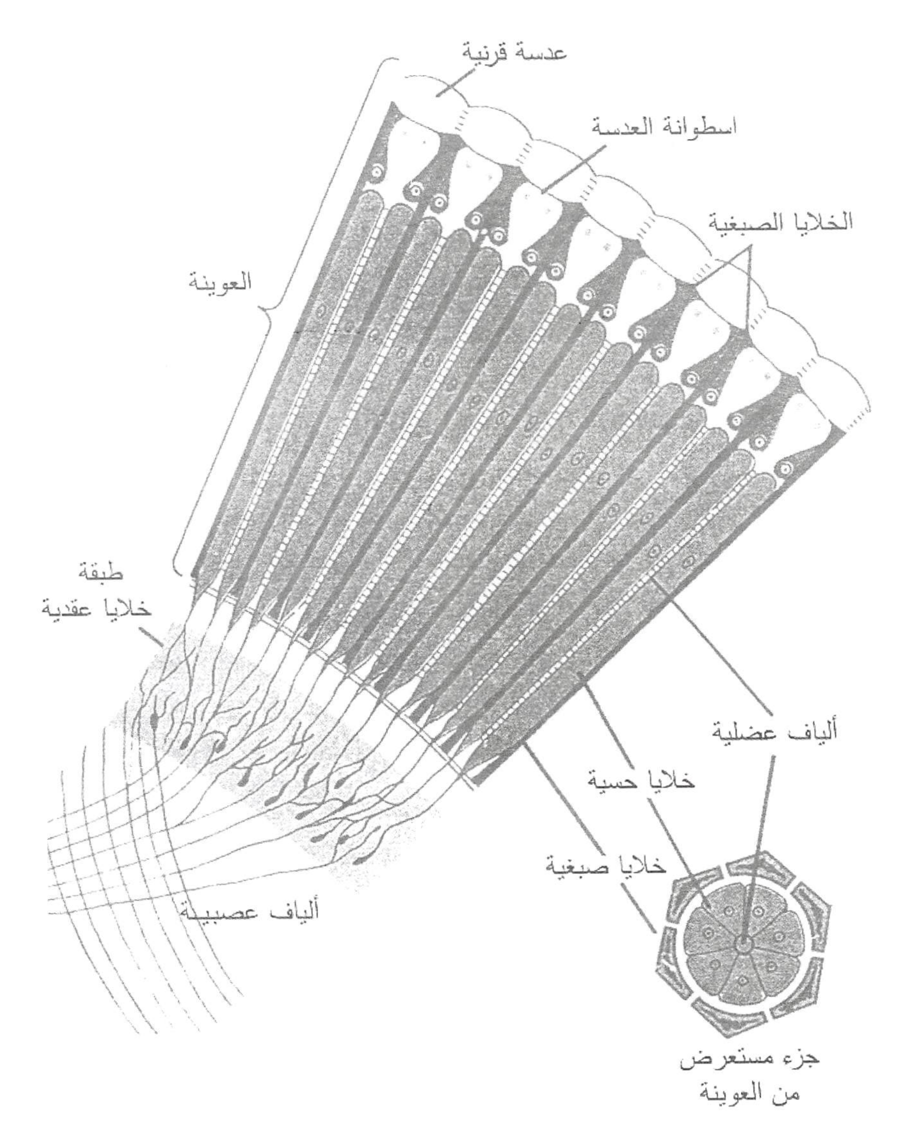
وهذا يقلل ويبسط الاتصالات البينية بين الإبصار واللمس. فتطور الإبصار من خلال اللمس أبقاهما على أنهما جاران متقاربان في المسيرات التطورية، ذات التسلسلات إلى يومنا هذا.

وعن طريق إعطاء إنذار مبكر، فإن العينين تسمحان بوقت للتخطيط. في حين أن السلوك من خلال اللمس والحواس المجاروة الأخرى يجب أن يكون سريعًا قدر الإمكان، حتى تعطي العين الأولية تحذيرًا ما للمستقبل عندما تفحص مسافة أو فترة ما. ويعد التحرر من المباشر هنا والآن مفتاحًا للإدراك المتمرس، وأيضًا للفهم التصوري. لقد سمح هذا للتفكير أن يستقل عن الإدراك وعلى هذا يمكن للتخيل أن يُنزع من هنا والآن، لكي يخترع إمكانيات بل حتى مستحيلات جديدة.

يظل الحجم الكبير للمخ البشري، بصفة خاصة المناطق اللحائية الخارجية، لغزًا مثيرًا للاهتمام. فقد بدأت نسبة وزن المخ إلى الجسم البشري تزيد أكبر مما في الثدييات الأخرى منذ ما يقرب من أربعة ملايين سنة. ومن المحتمل أن هذا كان يرتبط بالوقفة المنتصبة والاستخدام الحر للأيدي. ويبدو الآن أن استخدام الأيدى كان يدفع ارتقاء المخ البشري. لقد سمح المخ المرتقي بمهارات الأيدي، مما أدى إلى تحكمنا الفريد في البيئة عن طريق الأدوات والتكنولوجيا، التي قامت بالتالي بتغذية أمخاخنا باكتشاف ما وراء متناول الحواس.

## اللمس النشط واللمس السلبي ــ الذى يؤدي إلى العيون "البسيطة" والعيون "المركبة"؟

هناك نوعان مختلفان اختلافًا جوهريًا من اللمس؛ هما: الاكتشاف "السلبى" للنمط، من خلال الكثير من المستقبلات المتوازية، واللمس الاستكشافي "الجذى" النشط ذو المستقبل الواحد فقط أو القليل من المستقبلات المتحركة. وهناك نوعان مختلفان اختلافًا جوهريًا من العيون، هما: العيون "البسيطة" ذات العدسة الواحدة والكثير من المستقبلات، والعيون "المركبة" ذات الكثير من العدسات ولكن بقناة عصبية واحدة بالنسبة إلى كل عدسة صغيرة (الشكل رقم "٦"). فهل توجد صلة هنا، بين النوعين من اللمس والنوعين من العيون؟ من المغرى أن توسع النظرية القائلة بأن العيون قد تطورت من خلال حاسة اللمس، وأن توحى بأن النوعين من العيون قد تطورا من خلال النوعين من اللمس.




**شكل (٦) العيون البسيطة والعيون المركبة. للعيون المركبة للحشرات قدرة تبين دنيا للمكان ولكن لها قدرة تبين عليا للزمان، وذلك عن العيون البسيطة مثل عيوننا نحن البشر.**

وتحتوى كل عين لدى الإنسان على ما يزيد على مائة مليون مستقبل حسي في الشبكية، ومليون ليفة في العصب البصري إلى المخ. وتحدث عملية التخفيض في الخلايا العصبية "الحاسبة" الموجودة في الشبكية، مما يسمح للعصب البصري أن يكون رفيعًا ومرنًا بما فيه الكفاية للسماح بإمكانية حركة العينين. وتعد شبكية العين لدى الإنسان عبارة عن مساحة فسيفسائية واسعة من المستقبلات المتوازية، المتجهة بفعل حركات العينين إلى مواضع الاهتمام. وتوجد كثافة عالية للمستقبلات في الحفيرة المركزية للشبكية، الأمر الذى يمنحها قدرة تبيُّن موضعية عالية. وتعد هذه المعالجة المتوازية سريعة وكافية، ولكن حتى في حالة تركيز الحفيرة المركزية، فإنها تعد باهظة في تعقيدها.

وتختلف العيون المركبة تمامًا، بعدساتها العديدة، كل منها مع عصب بصري فردي. تصوِّب كل عدسة في اتجاه مختلف إلى حد ما، "العالم البصري" للحشرة الذى يتكوَّن على أساس عصبي.

فهل يسود العيون البسيطة القنوات المتوازية، المتطورة أصلاً عن اللمس السلبي؟ وهل يسود العيون المركبة الآليات أحادية القناة، المنحدرة من اللمس الجلدي النشط؟ تحتوي العيون المركبة الشديدة التعقيد، كما في حالة النحل واليعسوبيات أو الدبابير، على عدسات كافية لإطلاق العنان للمعالجة المتوازية؛ ولكن أي من العيون المركبة أصغر كثيرًا؟

## إحاطة العيون

يعتمد فهم البناءات والوظائف غالبا على مفاهيم تطورت من خلال التكنولوجيا. ومن ثم، فقد تطلب تقدير التصوير البصري للعيون فهم تكوين الصور عن طريق العدسات التي صنعها الإنسان. لقد جاء هذا الفهم متأخرا بشكل لافت للنظر في تاريخ العلم، وهو ما لم يكن معروفا لدى الإغريق، ولم يُقدَّر حق قدره تماما قبل عالم الفلك جوهانز كبلر Johannes Kepler (١٥٧١ــ١٦٣٠)، الذي قدم وصفا لتفاصيل ودلالة الصور المكونة في عيون مثل عيوننا، ذات العدسة الواحدة والملايين من المستقبلات.

وهناك طريقة أخرى لإنتاج إشارة والإبلاغ بها عن الصور. فالصور يمكن تكوينها عبر الزمن. عن طريق الإحاطة ببقعة ضوئية متحركة ذات شدة ترددية، كما في حالة التليفزيون. وتعد الإحاطة مناسبة بالنسبة إلى الإلكترونيات عالية السرعة؛ ولكننا يمكن أن نتوقع بالكاد أن نجد إحاطة حقيقية، في حالة الإشارات العصبية شديدة البطء. فهل تطورت القنوات الساكنة العديدة في العيون المركبة الكثيرة من خلال عدد قليل من مستقبلات الإحاطة بالحركة[٩]؟ هل يوجد هذا في الواقع؟

لقد وصف هــ. جريناكر H. Grenacher سنة ١٨٧٩، حيوانا بحريا قشريا نادرا يُقدَّر حجمه على نحو لافت للنظر برأس الدبوس، يسمى كوبيليا كوادراتا، بأن لديه عينا واحدة. والغريب جدا أنه لم يرقب كيف كانت تؤدي هذه العين وظيفتها. وفحصت هذه المسألة بواسطة عالم الفسيولوجيا والطبيعة الألماني المتميز سيجموند إكسنر Sigmund Exner (١٨٤٦ــ١٩٢٦) في

نهايات القرن التاسع عشر حوالى (١٨٩١). لقد وصف إكسنر الكوبيليا الشفافة بالغة الجمال بأن لديها زوجًا من البناءات الداخلية الشبيهة بالعدسة، تقبع في مكان عميق في جسدها ويُقدَّر بحجم رأس الدبوس، وكانت تتحرك بنشاط شديد. ومما ورد خلال وصف موجز (بدون صورة) في كتاب "علم العقل والمخ" لمؤلفه ج. س. ويلكي **J. S. Wilkie** (١٩٥٣)، فإن هذا جعلنى أتساءل عما إذا كان هذا يمكن أن يعد إحاطة العين. وعلى الرغم من أنه واضح بالنسبة إلينا الآن، تبعًا لألفتنا بالإحاطة في حالة التليفزيون، فإن الإحاطة ربما كانت مبهمة تمامًا عندئذ(١٠). لقد بدا أن الكوبيليا قد نُسيَت منذ أن قدَّم إكسنر وصفه لها سنة ١٨٩١. ومع الزملاء، حددت أن أبحثها. لقد أطلقنا رحلة استكشافية في سنة ١٩٦٢، لكي نحاول أن نجد الكوبيليا في خليج نابولي حيث رؤيت قبل سبعين سنة بواسطة إكسنر على الرغم من أن وجودها ليس منذ ذلك الحين فيما يبدو(١١).

وبالبحث خلال العديد من الخطابات اليومية عن الكائنات الحية (الحيوانية والنباتية) المتجمعة على سطح المياه مع الماصات اليومية وصور المجهر منخفضة التكبير، اقتربنا إلى اليأس لعدم وجود الكوبيليا أبدًا. ثم وفي أحد الأيام، رأينا بوضوح، نموذجًا حيًا ذا زوج من العدسات في الواقع في حالة حركة نشيطة داخل جسم شفاف بشكل لافت للنظر. كانت جميلة المظهر. كانت العدسات الداخلية تتحرك في تعارض متقن، من خلال عضلة واحدة، في حركة تشبه مسح عرض الصور المتحركة على نصل منشار(١٢). إن حركات هذه العدسة الداخلية، بعصبها البصري المنفرد، تمثل "عرض الصور المتحركة على نصل منشار" في السرعة بتردد يتراوح ما بين ٠,٥

إلى ٥ مسحات في الثانية، على الرغم من أن هذا يكون متغيرًا[١٣]. لقد وجدنا أنه يمكن أن تكون هناك فترات هجوع طويلة، غالبًا ذات انفجار عنيف من الإحاطة، قبل انقطاع الحركة، مباشرة. ويبدو أن الكوبيليا تكون خامدة خلال فترات الهجوع هذه، بما أنه لا شيء يتحرك بالداخل. وليس للكوبيليا قلب[١٤]. لقد أصبحنا مقتنعين بأن هذا يعد في الواقع عينًا فاحصة أحادية القناة. ولكن سواء أكان هذا طرازًا بدائيًا بالنسبة إلى العيون المركبة الكبيرة متعددة القنوات حيث تتضاعف الوحدات، حتى يكون هناك ما يكفي للمعالجة المتوازية – أم لم يكن هناك أكثر من مجرد تخمين (أو تنظير) جذاب. فالكوبيليا ذاتها لا تعد سلفًا مباشرًا للبشر، ولكنها ربما تمثل مع ذلك عينًا فاحصة سلفية أحادية القناة من الماضي البعيد جدًا. وعلى أسوأ الفروض، فإنها تبيِّن أن هذا يعد ممكنًا في الواقع[١٥] (الشكل رقم "٧").

لم أقرأ وصف إكسنر الكامل للكوبيليا، وافترضت أنه لم يمكنه في ذلك الحين أن يقدر مفهوم الإحاطة حق قدره. وعلى الرغم من أنني حديثًا قد رأيت الترجمة الإنجليزية لروجر هاردي Roger Hardie[١٦]، فإنها تثبت أن إكسنر كان يقدر الإحاطة حق قدرها قياسًا على اللمس. فكتب[١٧]:

> **الكوبيليا إذن ترى عن طريق أخذ عينة من الصور المعروضة بواسطة العدسة ذات العنصر الشبكي الواحد وتعد العملية النفسية التي تتضمن تعرّف الأشياء أساسًا العملية ذاتها التي تستخدمها لتعرّف الأشكال عن طريق المرور بالأصبع بالقرب من الشيء وإعادة تكوين صيغة الشكل من خلال سلسلة من الإحساسات. هذه الرؤية تتشابه إلى حد ما مع إدراكنا من خلال حركات العين.**

وبقراءة الوصف الموجز المقدم سنة ١٩٦٠، كان واضحًا من خلال ألفتنا بالتليفزيون أن هذه ربما تكون عينًا فاحصة. وبالنسبة إلى إكسنر، خلال القرن التاسع عشر، كان إنجازًا عظيمًا.

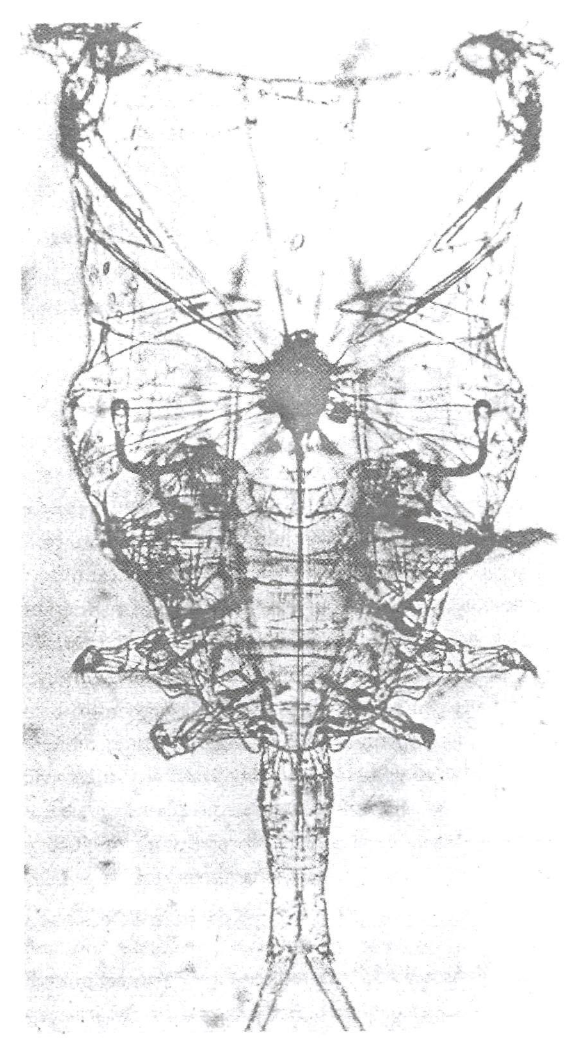
فماذا يحدث مع العيون التي لديها عدد قليل من القنوات فحسب؟ ينبغي لنا أن نتوقع أن هذه العيون لديها حركات مسح عندما لا تكون هناك قنوات كافية للمعالجة المتوازية الفعالة. وهناك مرشحون عديدون من أعماق البحار، مكتشفون حديثًا، للعيون الفاحصة التي تمتلك عددًا قليلاً من القنوات البصرية، اكتشفت ووصفت على نطاق واسع بواسطة الخبير المتميز في الأجهزة البصرية، ميتشيل لاند Michael Land[١٨].

وعلى مايبدو فإن هناك عينًا فاحصة متعددة القنوات مألوفة جدًا برغوث الماء. والمحزن حقًا، أنها تستخدم لتغذية السمك الذهبي، وبالتالي تُباع في محلات الحيوانات الأليفة، وعادة ماتُهمل. ومع ذلك فإن برغوث الماء مثير كثيرًا للانتباه أكثر من السمك الذهبي! وتحت المجهر، فإن عينها ذات العدسة المكونة من ٢٢ جزءًا لعين حيوان مفصلي مركبة ومستقبل حسي، تشبه ثمرة توت تتذبذب بشدة[١٩]. أليست هذه إحاطة؟ (الشكل رقم "٨").

ويبدو أن الكوبيليا فحسب لديها أصبع بصري للإحاطة أحادية القناة؛ ولكنها تعد مثالاً متطرفًا للعديد من العيون الفاحصة، التي خلقت في الواقع قبل التليفزيون بملايين السنوات[٢٠].

## العين البشرية

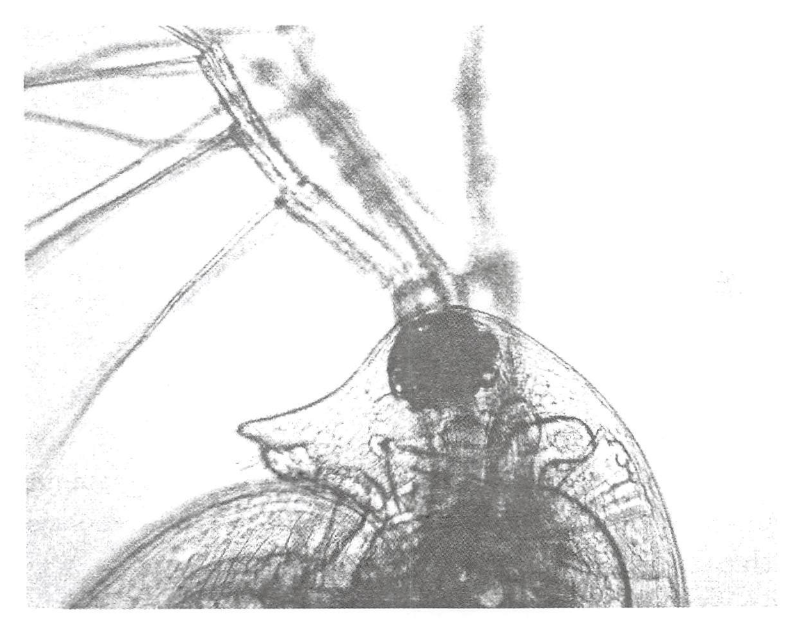
جدير بالملاحظة أن العين البشرية متعددة القنوات تعمل بشكل جيد جدًا على الرغم من أنها تكون في حالة حركة مستمرة؛ ذات "رعشات" ارتجافية وسريعة، تتحرك بسرعة من "نقطة تثبيت" إلى أخرى. وتُبنى الإدراكات بوضوح من التثبيتات، ودورانات العين أثناء الحركات الأسرع للجسم.



**شكل (٧). الكوبيليا كوادراتا: بعين فاحصة أحادية القناة.**

وهناك ذبذبة مستمرة أيضًا، بمعدل يتروواح ما بين ٣٠ــ٧٠ هرتــز. ومن الممكن أن يختبر الإبصار وينتقى أفضل اللحظات للرؤية. وتعد عملية الاختبار فعالة جدًا بالنسبة إلى التلسكوبات الفلكية التى تكابد الاضــطرابات

الجوية الذي يُعرَف بــ "التصوير المحظوظ". اقترح هذا وجرب منذ سنوات عديدة (Gregory 1964) ولكنه يعــد فعــالاً حقًــا الآن فحــسب بــسبب الإلكترونيات عالية السرعة. ولا نعرف مدى أهميــة التــصوير المحظــوظ بالنسبة إلى العيون.



**شكل (٨). برغوث الماء Daphnia - إحاطة بأصابعها البصرية الـــ ٢٢؟ يتوفر برغوث الماء بسهولة في محلات الحيوانات الأليفة لتغذية السمك الذهبي، ولكنه مثير للانتباه إلى حد بعيد أكثر مما يمكن أن يعتقد المرء. ويكشف المجهر منخفض التكبير تذبذب (إحاطة؟) العين ذات الـــ ٢٢ قناة.**

تعد العين البشرية هدفًا عامًا، ومتوقدة، استنادًا إلى مخهــا الإبــداعى الذى يصنع الكثير من خلال المعلومات المحددة. فالعين البشرية تعمل بشكل جيد من أجل الإبصار "العــام"، حيــث تتــراص المــستقبلات العــصوية

والمخروطية متقاربة من بعضها البعض ولكن أيًا منهما تتناقص من مركز العين – على الرغم من أن هذا يُلاحظ بالكاد. ونحن نعد مخدوعين في الاعتقاد بأننا نرى كل ما حولنا بوضوح – نظرًا لأن التبيُّن المرتفع يعد محدودا بمنطقة صغيرة من الإبصار المركزي، ممثلاً في الحفيرة. ويُكون المجال البصري من اللقطات الموجزة عند كل توقف مؤقت لحركات العين المستمرة. إن جميع الحواس تكون محدودة، مما يوفر معلومات محدودة فحسب حول ما يكون موجودا بالخارج (ما يحيط بنا)، وتميل الكائنات الحية ذات الأمخاخ البسيطة لأن تكون لديها حواس أكثر تخصصا متوائمة مع احتياجاتها الخاصة. والكثير من العيون تزودنا فحسب بأنواع قليلة من الإشارات، مثل الحركة، بقليل من المعلومات أو بدون معلومات فيما يتصل بالشكل أو اللون. وهذه الأجهزة المتخصصة تستطيع بطرقها الخاصة أن تكون أفضل مما لدينا. فنحن لا نستطيع أن نتنافس مع اليعاسيب أو الدبابير فيما يتعلق برؤية الحركة السريعة؛ ولكن إدراك الشكل بالعيون المركبة يعد خامًا مقارنة بعيوننا. كذلك فإن العيون المركبة الأكبر تمتلك حدة منخفضة جدا؛ وعلى الرغم من أنها تعد حساسة للطول الموجي الأقصر، الضوء فوق البنفسجى، الذى ينتج صورًا حادة تمامًا من خلال عدساتها الصغيرة.

وبعض الأنواع الحيوانية لديها حواس مختلفة تمامًا، مثل الخفافيش بسونارها الذى لا يصدق، والتى تصدر إشارات ضوئية قوية منعكسة بعيدًا عن الفريسة مثل الفراشات، بل حتى من أنسجة العناكب، التى "ترى" عن طريق الصوت في الظلام. وبالفعل فإن التنوع والتعقيد الهندسى متناهي

الصغر للأجهزة الحسية تعد مدهشة للغاية بشكل يصعب تصديقه[٢١]. إن سونار الخفاش يجعل أدواتنا العسكرية الحديثة تبدو مادة خام بحسب المقارنة.

ومن المثير للاهتمام أن تحاكي حواس المخلوقات الأخرى وأن تحاول تخيل عوالمها[٢٢]. فالمرء يستطيع أن يصنع نسخًا بسيطة من العيون المركبة بأنابيب الشرب، أو مصفاة طهو، وأن يقصر إبصار اللون على العدسات الملونة. ولكن من المستحيل على نحو صارم أن نَخبُر العالم الإدراكي للنحلة أو الخفاش. ومع ذلك فهناك بعض الهاديات لنقاط التقاء الأنواع الحيوانية على مستوى التصور أو الخيال، بدءًا من الاشتراك في الخداعات.

ولا يرتبط تلوُّن الحيوانات بإبصارها للون، ولكنه يضاهي رؤية الحيوانات التي تتفاعل معها، خصوصًا رؤية لون الحيوانات المفترسة لها ولرفيقاتها. وتتلون الزهور، بالطبع، لكي تروق للحشرات، وليس لنا، على الرغم مما يبدو أننا لدينا تفضيلات تشبه الحشرات فيما يتعلق بالألوان والطرازات عندما تروق لنا الزهور بقوة. والزهور في نيوزيلندا بيضاء، كما أنه لا توجد هناك حشرات أصيلة في البلد ذاتها، والحشرات السامة أو المؤذية ببقعها الحمراء الإنذارية النموذجية، لها حيوانات مفترسة حساسة للون الأحمر. وتعطي الصور الفوتوغرافية على فيلم الإشعاع فوق البنفسجي ومرشح الإشعاع فوق البنفسجي فكرة ما عن إبصار الحشرة، مما يبين مسارات الطلع عندما يجب علينا الحديث عن الزهور البيضاء. وبعض هذه الطرازات غير المرئية بالنسبة إلينا تمتص الضوء فوق البنفسجي ، بينما تعكسه الأخريات، التي لا نراها، على الرغم من أن الحشرات تراها[٢٣].

والفراشات ذات طرازات العين على أجنحتها لديها حيوانات مفترسة ذات إدراك شكل قادر على رؤيتها. وهذه الصور بالعين تخدع الطيور، على الرغم من أنها لا تخدعنا، مما يوحي بأن إدراكنا للطراز يكون معقدا جدًا - الأمر الذى يعد مدهشًا للغاية عندما تكون أمخاخنا كبيرة جدًا. علاوة على ذلك فإننا لا نُخدع أيضًا عن طريق التمويه، كما في حالة تشكُّل وتلوُّن الحشرات المتسلقة. وبالتأكيد هناك فروق كبيرة في الإدراك بين الأنواع الحيوانية، ولكن شيوع الكثير من الخداعات يربطنا بالخبرة بالعالم مئات الملايين من السنوات قبل أن نتقدم إلى المشهد بدون عيون وأمخاخ. وهناك اختلاف شديد بين مفاهيمنا وفهمنا ، نظرًا لأننا نرى في ضوء المعرفة الإنسانية، الفريدة حقًا.

والأقرب إلى كوننا نستطيع أن نرث خبرة تطور الإبصار أن ننظر إلى شيء ما في الإبصار المركزي بحفيراتنا الحديثة المتطورة للغاية، وعندئذ نتطلع بعيدًا، وبالتالي تسقط الصورة على الخلايا القديمة في طرف الشبكية. وفي هذا السفر عبر الزمن البعيد ربما بليون سنة، يفقد المرء اللون ثم الشكل، وصولاً فحسب إلى الحركة والنصوع الومضي البسيط. إلا أن هذا يعد خياليًا بالطبع. فنحن لا نستطيع أن نتأكد من إحساسات آبائنا أو أولادنا، ناهيك عن خبرة المخلوقات القديمة الأشد بساطة. إن الأفراد المميزين بالعين والمخ هم فقط الذين يدركون الظواهر الظاهراتية.

# حواشٍ ختامية

(١) لحسن الحظ هناك الكثير من الكتب الحديثة الممتازة عن أصول الأنواع، بما في ذلك التقديرات لحياة وأفكار داروين؛ انظر، على سبيل المثال: Howard E. Gruber, *Darwin on man: Early and unpublished notebooks* annotated by Paul H. Barrett (New York: Dutton, 1974)؛ وللتطور وفلسفة علم الأحياء؛ انظر: Richard Dawkins, *The selfish gene* (Oxford: Oxford university press, 1976), *The blind watchmaker* (New York: Norton , 1986). وفيما يتعلق بتحدى التحليل الفلسفى، انظر: Daniel C. Dennett, *Dangerous idea* (London: Allen Lane, Penguin Press, 1995).

(٢) لم تكن الصور البصرية معروفة لليونانيين. ولقد مثلت التجارب ذات الثقوب الصغيرة جدًا التى قام بإجرائها الحسن بن الهيثم خلال القرن العاشر الميلادى بداية الاهتمام بما يُعرف باسم حجرة التصوير[1]، ثم جاء بعد ذلك جيافانى باتستا ديللا بورتا Giavanni Battista Della Porta (١٥٤٣ - ١٦١٥)، على الرغم من أنه لم يكن الأول في ذلك، فجعل استخدام العدسات في حجرة التصوير هذه في سحره الطبيعى[2] معروف جدًا (١٥٨٩)، فهو يربطها بالعين. ولقد اكتشف شاينر Scheiner (١٦٣٠) الصور

---

(١) Camera Obscura : وهي عبارة عن حجرة صغيرة تُعرض فيها الصور الخارجية على سطح مخصص لهذا الغرض. (المترجم).

(٢) natural magic : كان هذا النوع من السحر معروفًا في العصور الوسطى بأنه السحر الذى يمارس لأغراض نبيلة، وكان يستلزم عمل بعض الصور، وطرق للشفاء من الأوجاع، واستخدام الأعشاب ...إلخ؛ فيه فن استخدام قوى الطبيعة لإحداث آثار خارقة للطبيعة ظاهريا. (المترجم).

الشبكية في عيون البقرة عن طريق إزالة الغطاء الخارجى، الموصوف أيضًا بواسطة ديكارت سنة ١٦٦٤.

[٣] في الجمعية اللينية[١] بلندن، في الأول من يوليه سنة ١٨٥٨، مر ألفريد راسيل والاس Alfred Russel Wallace (١٨٢٣_١٩١٣) بخبرة شبيهة بشكل لافت للنظر؛ أوحى له بها أيضًا مالتوس Malthus. فقد قام بجمع عينات من جزر مالاى أركيبلاجو[٢] وحوض الأمازون (خلال الفترة ما بين سنة ١٨٤٨ إلى ١٨٥٢). وفقد الكثيرين من مجموعته في حريق مفجع في السفينة المصنعة من ألواح خشبية. فكتب إلى داروン عن فكرة البقاء للأقوى. وبعد عشرين سنة بدأ داروン العمل فيها - مما دفع داروン إلى إكمال كتابه "أصل الأنواع".

[٤] حُرق كتاب "أصل الأنواع" في الكثير من أقطار أمريكا الجنوبية، وحتى وقت حديث جدًا كانت الدروس الخاصة بالتطور محظورة في مدارس ألاباما.

[٥] وفقًا لابنه فرانسيس داروン Francis Darwin، الذى كتب سنة ١٩٠٦: "أثناء رحيله في سنة ١٨٣١، أعطاه هينسلو Henslow المجلد الأول من كتاب لييل Lyell "مبادىء [الجيولوجيا] *Principles [of Geology]*، آنئذ نشره وحسب، مع التنبيه بأنه لم يعتقد فيما قرأ. ولكن لم أعتقد أنه فعل ذلك، فمن المؤكد (كما أشار هكسلى Huxley إلى ذلك غصبًا) أن مبدأ الحاضر مفتاح للماضي عندما يُطبَق على البيولوجيا يقود بالضرورة إلى التطور. فإذا لم تكن إبادة الأنواع البيولوجية أكثر كارثية من الموت الطبيعى للفرد، فلماذا كان ميلاد الأنواع البيولوجية إلى حد ما خارقًا للعادة عن ميلاد الفرد؟ من الواضح تمامًا أن هذا التفكير كان حاضرًا بشكل نشط لدى داروン عندما كان يدوِّن أفكاره المبكرة في مذكراته سنة ١٨٣٧: 'إذا ولَدت الأنواع الحيوانية أنواعًا أخرى، فإن سلالتها لا تكون مقطوعة تمامًا'".

[٦] في جزء "صعوبات الاكتساب عن طريق انتقاء البناء الجسدي المعقد".

---

(١) Linnean Society: نسبة إلى عالم النبات السويدى الشهير كارلوس لينيوس. (المترجم).

(٢) مجموعة من الجزر توجد بجنوب شرق أسيا، وتتضمن جزر: إندونيسيا والفلبين وماليزيا. (المترجم).

(٧) ابتكر مصطلح "البقاء للأقوى" بواسطة هربرت سبنسر Herbert Spencer في سنة ١٨٥٢.

(٨) يوصف بشكل جيد ارتقاء المخ وارتباطه بالإبصار بواسطة كل من هـ. ب. سارنات H. B. Sarnat و م. ج. نيتسكي M. G. Netsky في كتابهما "تطور الجهاز العصبي" *Evolution of the nervous system* (New York: Oxford University Press, 1974/81), 29:

ارتقت العيون والمستقبلات الشمية مبكرًا خلال تطور الفقاريات. ولقد تمايزت هذه البناءات من قبل خلال المرحلة البدائية الشديدة للفقاريات الحية، السيكلوستوما. ويقدم الإدراك اللمسى والشمي معلومات عن البيئة البعيدة. ويقام الدليل على أهمية المعلومات البعيدة عن طريق تطور سلسلة الفقاريات، الذى يكشف عن وجوه اختلاف قوية فيما يتصل بفشل المخلوقات التى تفقد المستقبلات عن بعد أن تتطور إلى حد بعيد، ممثلاً في أحد الحيوانات البحرية البدائية.

لقد تكرر واتسع التنظيم التشريحي للجهاز العصبي المترسخ في أحد الفقاريات السلفية الافتراضية في جميع الفقاريات التالية. ذلك النمط الأساسي الذى يتضمن تخصص المخ المؤخري في استقبال المعلومات من البيئة المباشرة، وتخصص المخ الأوسط والمخ الأمامى فى استقبال المعلومات من البيئة البعيدة. ودخلت النبضات الحسية المرتبطة باللمس والحرارة والشم والتوازن بالتالي إلى النخاع المستطيل من أجل الاستجابات الانعكاسية السريعة عن طريق نويات الحركة. ودخلت، على أية حال، المعلومات الواردة من المستقبلات عن بعد إلى المخ الأوسط من العيون، أو إلى المخ الأمامي من الغشاء الشمي. ونظرًا لأن المسافة الفاصلة عن الشيء المدرك عن طريق الإبصار أو الشم كانت أطول، فإن الوقت الإضافي الذى كان متاحًا قبل الاستجابات الحركية كان مطلوبًا، لدرجة أن التأخير الطويل في توصيل النبضات إلى المراكز الحركية بالنخاع المستطيل لم يكن ضارًا. وتطلبت المعلومات البعيدة أيضًا تفسيرًا أكثر قبل صدور الاستجابات، وبالتالي أصبح المخ الأمامي ترابطيًا أكثر بينما ظل النخاع المستطيل انعكاسيًا. وفي ظل التطور اللاحق للمخ الأمامي، كانت جميع المعلومات الحسية تُنقل فى نهاية المطاف على مراحل فوق المنصة الخاصة بالتفسير والارتباط، بل تستمر المنعكسات النخاعية البدائية، حتى لدى الإنسان.

وعلى الرغم من أنه من الصحيح أن المعالجة المخية للصور البصرية تزيد بشكل هائل فائدة العيون، فإنه من غير الصحيح تماما القول بأنه لا نفع يُرجى من ورائها بدون "تفسير" عصبي لإعطاء معنى لإدراك الأشياء. ويعد الإحساس بالحركة البعيدة، على سبيل المثال، مفيدًا، حتى على الرغم من أن مصدر الحركة لا يُدرك، نظرًا لأن الحركة غالبًا ما ترتبط بالخطر ومن ثم فإنه من المحتمل الإبلاغ بإشارات عن الخطر. (تجدر الملاحظة أن الكثير من أجهزة الرادار ترفض الأصداء [أو إرجاع الصوت] الساكنة، مما يسمح "للأهداف" المتحركة فحسب أن تكون مرئية).

(٩) على الرغم من أن هذا يثيب السرعات العالية للمكونات الإلكترونية، فإن المستقبلات البيولوجية والقنوات العصبية تعد بطيئة إلى حد بعيد فيما يتعلق بالإحاطة الفعالة؛ ومن ثم لا يعد مدهشا كون العيون الفاحصة قد أصبحت أجهزة متوازية متعددة القنوات.

(١٠) لقد اُخترع مبدأ التحول من بعد واحد إلى بعدين، تبعا للسلسلة الزمنية للإشارات بواسطة ف. س. بيكويل F. C. Bakewell حوالى سنة ١٨٥٠، فيما يتعلق بالنسخ التلغرافي (Bakewell, 1853)؛ ولكنه لم يُعرف جيدا، أو تُقدر أهميته عامة حق قدرها على الإطلاق، حتى فيما بعد سنة ١٨٨٤، بكثير عندما اخترع بول نيبكو Paul Nipkow قرص الفحص، الذى أصبح لب تليفزيون بيرد Baird الميكانيكى خلال الثلاثينيات من القرن العشرين. ويمكننا أن نزعم أن مبدأ إرسال المعلومات المكانية إلى قناة فردية عن طريق عملية الفحص لا يمكن أن تكون معروفة لإكسنر في ذلك الحين؛ ومن ثم لا يمكن أن يكون مدهشا أنه قد فشل لأول وهلة في إدراكها بوصفها عينا، ولم يفهمها قط.

ونقدم هنا ترجمة لجزء من مقال إكسنر سنة ١٨٩١ (wilkie, 1953):

إن الكوبيليا، التى كانت لديها فرصة لاختبار الحياة والموت ... تعد حيوانا بحريا قشريا طوله عدة ملليمترات قليلة مسطحة من الأعلى إلى الأسفل. ونرى من الأعلى قريبة من شكل مثلث متساوى الساقين. ويُشكّل الأساس الضيق لهذا المثلث بواسطة الحواف الأمامية للحيوان. وعند أى طرف من هذه الحافة توجد عدسة جميلة بشكل مدهش ... ولقد لاحظ جريناكر، واستطيع ان أؤيد هذا، أن العدسة تتركب من مادتين أو جسمين: أحدهما البشرة

او ضبقة جلدية ، لها هي نفسها شكل عدسة مقعرة محدبة، والأخرى التالية لها تعد عدسة بوية محدبة الوجهين. وتشكل العدسات معظم الأجزاء الأمامية للحيوان بكامله، ولا توجد حنفهما، كما قد يتوقع المرء، شبكية، ولكن توجد أجزاء الجسم الشفافة. وفيما وراء هذا، حوالى نصف طول الجسم الممدد، يكتشف المرء البناء الذى لا يدرك لأول وهلة على الاطلاق أنه يرتبط بالعدسة. فهو جسم بلوري شفاف على شكل مخروط، محاط من الأمام عند الراس، ذو قدرة انعكاسية عالية للأشعة، متراكبة على عصبية صفراء ... هذه العصبية عبارة عن جزء مصبوغ فحسب من جسم الحيوان. ويرسو المخروط البلوري الشفاف متقدما الأربطة المعلقة، التى تمتد حتى منطقة العدسة. ومن الجانب، يدخل العصب من العصبية الصفراء yellow rod، وهذا هو العصب البصري. ونلحق أيضًا العضلة المخططة بالعصبية.

قد اظهرت العصبية الصفراء حركات نشطة جدا، كانت منتظمة بشكل لافت للنظر. كانت عصبيات العينين تنجر نحو المستوى الأوسط أو تتحرك عنه مع بعضها البعض، وبقدر ما يمكن رؤيته بدون قياسات، كانت تظل عند المسافة نفسها من العدسات. لقد وجدت بالميكرومتر انه فى حالة الحيوانات الحية كانت المسافة الفاصلة بين القطب الخلفي للعدسة وتحدب المخروط البلوري الشفاف تقدر بحوالى ٠,٨٧ مم ... لقد قمت بقطع شريحة صغيرة من الطرف الأمامي للحيوان وكانت لدى المقدرة على اتخاذ الترتيبات الضروريه لهذا في الماء عند تلك الزاوية التى كان السطح الخلفي للعدسة يتحول عندها نحو هدف المجهر. فبهذه الطريقة يرى المرء صورة جميلة بشكل مدهش قذفتها العدسة. لقد وجدت ان المسافة التى تفصلها عن القطب الخلفي للعدسة تقدر بـــ٠,٩٣ مم.

(١١) اتخذ الأستاذ ج. ز. (جون) يونج J. Z. (John) Young، الذى كان في ذلك الحين رئيس قسم التشريح بكلية لندن الجامعية (جامعة لندن)، الترتيبات اللازمة من أجل ساحة معملية فى المحطة أو المستودع أو الحديقة الحيوانية مع مجموعة من العينات التى تم جمعها بواسطة طاقم معملي. لقد كنت مرتبطا بكل من نيفيل موراى Neville Moray (عالم حيوان وعالم نفس بأكسفورد) وهيلين روس (طالبة دراسات عليا تعمل معى في المشكلات الإدراكية لرواد الفضاء)، فكانت معرفتنا وخبرتنا بهذا النوع من العمل محدودة جدا.

(١٢) يتمثل الشيء الغريب الأول حول الكوبيليا كوادراتا في أنها، على الرغم من أنها حيوان بحري قشري، فإنها ليس لها شكل "القدم المعدة للعوم". وهي مربعة في الجزء الأمامي، بعدستين أماميتين ضخمتين تشبهان فانوسي السيارة الأماميين؛ لهذا السبب هي مربعة على نحو ملائم تمامًا. وتعد الكوبيليا ملائمة أيضًا، نظرًا لأنها جميلة بشكل واضح، وجميع مفاتنها مرئية بما أنها شفافة بشكل فريد. وفي الواقع، يصعب جدًا رؤيتها ويتم فقدانها بسهولة حتى داخل حدود طبق بتري Petrie. ويبلغ طول الكوبيليا الأنثى من ٥ــ٦ مم، ويبلغ عرضها حوالي ١ مم. ولها عدستان أماميتان ضخمتان؛ تعدان ثابتتين، وتلحق العدسة الداخلية المتحركة في كل عين بمستقبل ضوئي "عصوي" منحن نحو الداخل، يشبه عصا الهوكي. هذا المستقبل برتقالي اللون، وهذا هو الصبغ الموجود في هذا المخلوق الشفاف الرائع، الذي تكون فيه جميع البناءات الداخلية مرئية بوضوح تحت المجهر منخفض التكبير.

(١٣) يجب توقع حركة سن نصل المنشار من أجل الإحاطة، وتهمل المعلومات التي تم تفحصها الواردة من الحركة البطيئة والسريعة كذلك لتحاشي التداخل الخطأ.

(١٤) بعض الحيوانات البحرية القشرية لديها قلب، والبعض الآخر لا قلب له، وهي تصنف من خلال الملامح المميزة للعينات الميتة، ولكن تصعب رؤية القلب غير النابض، ومن ثم لا يضمن في تعريفات "الحيوان البحري القشري".

(١٥) أدين لميتشيل لاند Michael Land بهذه المعلومات. ويعد الكتاب الحديث *Animal eyes* (٢٠٠٢) لكل من م. ف. لاند ود. إ. نيلسون D. –E. Nilsson (Oxford: Oxford University Press) ممتعًا.

(١٦) Roger C. Hardie and Sigmund Exner, *The physiology of the compound eyes of insects and crustaceans* (Berlin: Springer-Verlag, 1989), 93-97. مترجمًا عن الأصل الألماني (المتعذر): *Die physiology der facettierten augen von krebsen und insecten* (1891).

(١٧) هاردي Hardie (1989:96).

(١٨) M. F. Land (1988) "The functions of the eye and body movements in labidocer and other copepods", *J. Exp. Biol.* 140: 381-391. وتتمثل المراجع الإضافية لعمل لاند في: R. L. Gregory, "Origins of eyes–with speculations on scanning eyes". in *Evolution of the eye and visual system*. vol. 2 *Vision and visual dysfunction*, ed. John R. Cronley-Dillon and Richard L. Gregory (London: Macmillan, 1991). 52-59.

ويحتوى هذا المرجع على الكثير من المقالات الفنية في تطور العيون.

(١٩) لا تعد حركات العين البشرية فاحصة، بهذا المعنى الفني. فعيون البشر تتحرك في رعشات سريعة (رجفات)، تخدم فحسب ضد الإحاطة، فهي سريعة جدًا بحيث تمنع امتصاص المعلومات أثناء الحركة. وعندما تتعقب العين البشرية هدفًا أثناء الحركة، على أية حال، فإن حركات العين لا تظل رعشات ارتجافية؛ ولكنها تصير حركات سلسة، مما يسمح بالامتصاص المستمر للمعلومات. ولا يعد أي نوع من أنواع حركات العين فاحصًا، فهي تقوم بتوجيه فسيفساء المستقبلات إلى مختلف المناطق من أجل المعالجة المتوازية المستمرة بواسطة المخ.

(٢٠) وُصف الحيوان البحري القشري الكبير المعروف باسم لابيدوسيرا بواسطة باركر Parker (١٨٩١). فقد وصف عين الذكر بأن لها شبكيتين. تتناوبان الدوران على عدساتها بزاوية قدرها ٤٥ درجة: "... فعن طريق انقباض العضلة الخلفية، يمكن جذب الشبكية نحو الأعلى ونحو الأسفل فوق سطح العدسة، حتى محورها، بدلاً من الاتجاه نحو الظهر، ويُوجَّه إلى الأمام وإلى الأعلى بزاوية قدرها حوالى ٤٥ درجة بالنسبة إلى وضعها الأصلي. وعادة لا تحتفظ الشبكية بهذا الوضع لمدة طويلة، بل تعود فورا عن طريق انقباض العضلة الأمامية الى وضعها الطبيعي. وتُنجز حركة الشبكة في الاتجاه العكسي بالسرعة التي تظهر بها طرفة عين الحيوان". وتتأكد هذه الملاحظات بشكل أساسي، بل وتُوسَّع بواسطة ميتشيل لاند (١٩٨٨). إذ وجد أن الحركة تحدث "على شكل نوبات، تدوم من عدد قليل من الثواني إلى دقيقة، يفصل بينها غالبا عدد كبير من الدقائق".

(٢١) فيما يتعلق بالحواس المتنوعة لدى الكثير من الأنواع الحيوانية؛ انظر: Howard C. Hughes, *Sensory exotica*. (Cambridge MA: MIT Press, 1999).
ويتمثل المرجع المعياري للعيون الفقارية في: Gordon L. walls, *The vertebrate eye and its adaptive radiation* (New York: Hafner, 1942).

(٢٢) توصف استحالة تصوير العالم الحسي للحيوانات الأخرى بواسطة الفيلسوف الأمريكي توماس ناجل انظر: Thomas Nagel (1974), "What is it like to be a bat?" *The Philosophical Review*, October. See Douglas R. Hoffstadter, and Daniel C. Dennett, *The mind's eye* (New York: Basic Books, 1945).

(٢٣) يوصَف ويوضَّح الإبصار فوق البنفسجي للحشرات بواسطة: Howard Hinton (1973), "Natural deception", in *Illusion in nature and art*, ed. R. L. Gregory and E. H. Gombrich (London: Duckworth), 57-159.

## الفصل الرابع

# حل رموز شفرة لوك

نعنى هنا بالظواهر الظاهراتية وليس بظواهر عالم الطبيعة. فنحن نفكر في المخ بوصفه جهازًا جسميا يتعامل مع الرموز العقلية. ويرجع هذا التصور إلى فيلسوف القرن السابع عشر الإنجليزي جون لوك **John Locke** (١٦٣٢-١٧٠٤). فبالصداقة التي جمعته بنيوتن، أقام جسرًا بين الفلسفة والعلم منذ ذلك الحين على وجهات نظر وحجج ما تزال موضع اهتمام كبير حتى الآن.

استجمع لوك الكثير من المفاتيح لوجهات نظرنا، خصوصًا المفهوم القائل بأن الأشياء من حولنا ليست على ما يبدو بالنسبة إلينا. فقد قدر هو ونيوتن **Newton** أنه على الرغم من أن الأشياء تبدو ملونة فليس هناك لون في الأشياء، أو في الضوء في الواقع. لقد أدركا أن الألوان تتخلق في المخ؛ وعلى هذا لا يمكن أن تكون هناك ألوان في الكون، بدون عيون وأمخاخ ملائمة لتخليقها.

ذكر نيوتن في كتابه عن "البصريات" سنة ١٧٠٤ (السنة نفسها التي مات فيها جون لوك)، قائلاً بأن الضوء الأحمر ليس هو الأحمر في حد ذاته، ولكن شيئًا ما هو الذي جعله أحمر، والأخضر شيء ما جعله أخضر، وهكذا بالنسبة إلى جميع الألوان التي نراها. عبر نيوتن عن ذلك بألفاظ أقوى:

إذا تحدثت عن الضوء والأشعة في أي وقت على أنها ملونة أو مصبوغة بالألوان، فإنني أكون قد فهمت جيدًا أنني لا أتحدث من الزاوية الفلسفية وبالمعنى الضيق للكلمة، ولكن بشكل كبير، ووفقًا لهذه التصورات مثل العامة من الناس، في رؤية جميع هذه التجارب ميالة إلى التشكل. وفيما يتعلق بالأشعة لكي نتحدث بالمعنى الضيق للكلمة فإنها ليست ملونة. وفى الكتب المقدسة ليس هناك شيء آخر بل هي قوة واستعداد معين لإثارة الإحساس بهذه الألوان.

وعلى الرغم من ذلك فإن سطوح الأشياء يبدو أنها تكون ملونة. إنها فكرة مدهشة أننا سيكولوجيًا نتصور الألوان، المخلقة في أمخاخنا، في عالم من الأشياء بلا لون. فما هو مقدار ما نراه مستقبلاً من عالم الأشياء، وما هو مقدار ما يُختلق بواسطة المخ؟ إن ظواهر الخداعات تمثل أدوات للوصول إلى ما يوجد في الواقع الخارجي للأشياء وما يُختلق في الواقع العقلي الحقيقي للمخ.

ويناقش جون لوك هذا في كتابه "مقال معني بالفهم الإنساني" *Essay concerning human understanding* (١٦٩٠). حاول في هذا المقال أن يميز بين ما أسماه الصفات الأولية (الموضوعية) والصفات الثانوية (الذاتية) للأشياء. ولكن الفصل بينهما ثبت أنه صعب بشكل يثير الدهشة، وربما يرى بعض الفلاسفة أنه مستحيل. فبرتراند راسل Bertrand Russell يذكر في كتابه "تاريخ الفلسفة الغربية" *A history of western philosophy* (١٩٤٦) عن جون لوك أنه على الرغم من أنه ليس دائمًا على حق، فإنه يعد "محظوظًا جدًا عن جميع الفلاسفة"(١)، نظرا لـ:

ليس فقط لآرائه الصحيحة، ولكن أخطاءه أيضا كانت مفيدة في الممارسة. خذ، مثلاً، مذهبه فيما يتعلق بالصفات الأولية والثانوية. تعرَف الصفات الأولية على أنها الصفات التي لا يمكن فصلها عن الهيكل، وتعد على أنها شيء صلب، ومتمدد، وشكلي، وفي حالة حركة أو سكون، وعددي. في حين تعد الصفات الثانوية جميعها في حالة سكون: الألوان، والأصوات، والشم ... إلخ. وتعد الصفات الأولية، مؤكدًا ذلك بالأدلة، فعليًا في صورة هياكل (أو أشياء)؛ وتعد الصفات الثانوية، على النقيض من ذلك، في المجال الإدراكي فحسب. وبدون العين لا يمكن أن تكون هناك ألوان؛ وبدون الأذن لا يمكن أن تكون هناك أصوات. وهكذا.

ويوافق راسل على أن هناك أسسًا للصفات الثانوية، على الرغم من أنه كما أشار إلى ذلك بيشوب جورج بيركلي **Bishop George Berkeley** (١٦٨٥-١٧٥٣)، فإن كثيرًا من الحجج ذاتها تنطبق على الصفات الأولية. ويذكر راسل، "منذ بيركلي، كانت ثنائية لوك في هذه النقطة فلسفيا عتيقة وبطل استعمالها". ويواصل راسل فيقول عن محاولة لوك للتمييز بين الصفات الأولية والصفات الثانوية من أجل الفصل بين العقل والمادة[٢]:

إن النظرية القائلة بأن العالم الفيزيائي يحتوى فحسب على مادة في حالة حركة كانت بمثابة الأساس للنظريات المقبولة عن الصوت والحرارة والضوء والكهرباء. وواقعيًا، فإن النظرية كانت مفيدة، والخطأ على أية حال أنها ربما كانت نظرية فحسب. ويعد هذا بمثابة مبدأ نموذجي من مبادئ لوك.

يتمثل تقدير برتراند راسل الخاص للإدراك فيما أسماه الواحدية المتعادلة[١]: أي الفكرة القائلة بأن الإدراكات تُستخلص من الجوهر، فلا هي مادة ولا هي عقل، ولكنها تقع بينهما. وكان برتراند راسل يكتب قبل ألا يكون للحاسبات التأثير الذي لها الآن عن المناظرات بين العقل والمادة. ومن المهم أن نعلم أن راسل ربما يفكر الآن في العقل على أنه برنامج حاسوبي تقوم بتنفيذه آلة ذات مخ جسمي. فهل يمكنه أن يدعم هذا عبر الواحدية المتعادلة؟ إنه قد يقول بأن برامج الحاسوب تـوفر فحسب تقديرًا باهتًا (ضعيفًا) للعقل، ليس به مكان للإحساسات أو الصفات الثانوية.

وكما هو معروف جيدًا، فإن الفيلسوف الأيرلندي جورج بيركلي (١٦٨٥-١٧٥٣) قد أنكر وجود المادة[٢]. أو بالأحرى، أنكر وجود المادة عندما لا تُدرك. وسلم، على الرغم من ذلك، بأن النار يمكن أن تلهب غرفة فارغة - وهكذا فإنها لا بد أن تكون موجودة على الرغم من أن أحدًا لا يراها. وقال إن الرب لابد أنه يرى النار في الغرفة الفارغة، مما يسمح للمادة المخفية عنا أن تكون موجودة - ولكن ألم يحتل على الرب؟ - عن

---

(١) Neutral monism: "الواحدية المتعادلة، في الفلسفة، هي النظرة الميتافيزيقية بأن الوجود يحتوى على نوع واحد (ومن ثم الواحدية) من المادة الأولية، التي هي في حد ذاتها ليست عقلية ولا فيزيائية ولكنها قادرة على الخصائص أو الصفات العقلية والفيزيائية". قدم هذا المفهوم فيلسوف القرن السابع عشر الألماني الشهير باروخ سبينوزا Baruch Spinoza، وأشار إليه فيما بعد وليام جيمس William James في مقال له بعنوان "هل الشعور موجود؟" في سنة ١٩٠٤. (أعيدت طباعة هذا المقال في كتاب "مقالات في الامبيريقية الراديكالية" سنة ١٩١٢). وتبنى برتراند راسل هذه الوجهة من النظر لمدة قصيرة. وتم ترويجها أيضا بواسطة ألفريد آير Alfred Ayer في عمله المعنون "اللغة والحقيقة والمنطق". (المترجم)

طريق القول (بتعبير رونالد نوكس Ronald knox) بأنه، "حينما لا يكون هناك شيء تقريبًا في الفناء، فإن الشجرة سوف تظل كذلك، حيث يُلاحظ بواسطتكم إخلاصًا، للرب".

ومثلما أصبح بيركلي أبا لبيشوب، فإن هذا ربما بدا دفاعًا قويًا، على الرغم من أنه بالنسبة إلى بقيتنا ليس كذلك بالتأكيد. وقد يتساءل المرء: من يلاحظ الرب حتى يجعله موجودًا؟ إذا لم يكن الملاحظ ضروريًا لوجود الرب، فلماذا يجب أن تكون الملاحظة ضرورية لوجود المادة؟ على أية حال، ربما يكون ذلك، قدم بيركلي حججًا قوية كانت مثار جدال ومناقشة منذ ذلك الحين، ضد فصل لوك بين الصفات الأولية والثانوية. والمشكلة هي أن ما يبدو أنه أولي أو ثانوي يعتمد على نظرية الإدراك التي تستمر ويمكن أن تتغير كلما ناضلت العلوم الفيزيائية للوصول إلى فهم طبيعة المادة.

جاء الدليل الأساسي للوك على فصل الظاهراتي عن الواقعي من خلال ظواهر الخداعات. فكما أشار بيركلي، فإن الأشياء تبدو أصغر كلما ابتعدت، ويتغير شكلها كلما تمشينا فيما بينها، على الرغم من أن الحجم والشكل يُفترَض أنهما يعدان صفات أولية للأشياء وليسا صفات ثانوية لدى القائم بعملية المشاهدة. وهكذا كيف تختلف الصفات الأولية والثانوية جوهريًا؟

وتبدو حاسة اللمس من الحواس المباشرة جدًا والثابتة جدًا. إلا أنه (كما أشار بيركلي أيضًا) إذا كان المرء يضع إحدى يديه في ماء ساخن والأخرى في ماء بارد، ثم يضعهما معًا في ماء فاتر؛ فإن هذا سوف يؤدى في الوقت ذاته إلى شعور بالساخن والبارد. ولكن من المستحيل لشيء أن يكون ساخنًا

وباردًا في ذات الوقت. من ثم فإن هذا الإدراك يمكن أن يكون مستحيلاً إذا ما ارتبطت الإدراكات مباشرة بالأشياء. فإذا كانت ثنائية الأولية الثانوية للوك صحيحة، حتى على الرغم من أن مجرد ما هو أولى أو ثانوي يمكن الشك فيه، تختفي هذه الصعوبات.

لقد تلقت الثنائيات، على أيه حال، دعاية سيئة من الفلاسفة المحدثين، مثل دان دينيت **Dan Dennett**[4]. ويُنظر إلى ثنائية العقل والمخ لديكارت **Descartes** على أنها مضللة على وجه الخصوص. وعلى هذا، هل بوسعنا أن نقبل ثنائية لوك للواقع الفيزيائي والظهور السيكولوجي؟ أعتقد أن ذلك بوسعنا والدليل يدعم هذا. ففصل الإبصار عن عالم الأشياء يُعبَّر عنه باكتشاف الصور في العيون – الصور الشبكية – التي تعطينا الإبصار على الرغم من أنها لا تُرى أبدًا.

## المعنى

يصعب تعريف المعنى وحتى الآن يستحيل قياسه. ويمكن أن يقول المرء بأن الحاضر يُدرَك بالمعنى من خلال التشابهات الجزئية مع الخبرة الماضية. وعلى هذا فإن الأحداث والأشياء والصور واللغة لها معنى أكبر بوصفها معرفة تزدهر بالخبرة. ويتضمن هذا المعاني الانفعالية (الوجدانية) فالصور تُقرأ من خلال المعرفة بالأشياء المكتسبة من خلال تفاعلها معها في مواقف متنوعة. وهكذا، يُنظَر بشكل مدهش إلى بقعة من الطلاء على أنها شيء ما مختلف جدًا، لنقل: بكاء امرأة. فالمعنى يتم إسقاطه على بقعة من

خلال الخبرة الماضية بالمرأة وبالبكاء. وعلى نحو عكسي، فالفن يمكن أن يزيد المعنى بخبرات الحياة، عن طريق تركيز الانتباه وتوفير سياقات جديدة والإيحاء بأسئلة جديدة. بناء على هذا: لماذا تعد امرأة بقعة مرسومة في صورة بكاء؟ وهل يمكن لنساء أخريات، أو رجال، يبكون في هذا الموقف المفترض؟ وهل هي تبكي توددًا لتعاطفنا؟ وهل أنا، الرائي، أستجيب كما ينبغي لي؟ بصفة عامة، فإن الخبرة الزائدة والتعليم يزيدان القدرة على قراءة المعاني في الفن، ويسمح الفن بزيادة المعنى بالخبرة. ولكن الصور يمكن أن تكون خالية من المعنى – مجرد بقعة – بدون المعرفة بالأشياء وبالكيفية التي تؤثر فينا في مختلف المواقف.

تُقرأ مختلف المعاني فيما يتعلق بالاستخدامات المختلفة. وتُعظَّم المعرفة على نحو نموذجي فيما يتعلق بالاستخدامات، ولكن هذه الاستخدامات ربما تختلف تمامًا من فرد إلى آخر، أو بالنسبة إلى الفرد ذاته في مختلف المرات. ويمكن أن تكون هذه الفروق مثيرة فيما بين الفنانين والعلماء، مثلما تختلف أسس معرفتهم، وتستخدم بشكل مختلف. ولا يعد الاتصال بين الفن والعلم أمرًا سهلاً، على الرغم من أنه يعد مكافأة. وبالتأكيد بالنسبة إلى الفنانين فإن الدلالة تعد معنى فرديًا؛ على الرغم من أنه بالنسبة إلى العلم، الأكثر أهمية هو المعرفة المشتركة، المقبولة بوصفها هدفًا.

وحتى الآن، فإننا نحتاج من البشر أن يقرأون المعاني. وعلى أيه حال، فإن أجهزة الحاسوب تتناولها بسرعة خاطفة. وتخميني أنه عندما تستطيع الآلات أن تتعامل مع المعلومات المنظمة كمعرفة فإنها سوف تؤدى – مثلنا – وظيفتها

من خلال المعنى. ومن ثم فإن الذكاء الاصطناعي سوف يقوم بالتقليد فعليا، في ظل عواقب غير قابلة للتنبؤ بها. ومن المحتمل أن تكون معانيها مختلفة عنا تماما.

## الدلالة أو الأهمية

قد يكون مهمًا أن نرى دلالة الظاهرة بقدر ما أن نكتشفها. والمثال على ذلك يتمثل في نظرة نيوتن لأهمية مناشير العدسات التي تسبب ألوان قوس قزح. ومن المعروف أصلاً أن المنشور يمكن أن ينتج الألوان من خلال ضوء الشمس الأبيض (والتي تُطلَق عليها الأسماء الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والنيلي والبنفسجي). لقد كان نيوتن قادرا على شراء مناشير عدساته الضيقة الطويلة من أسواق كامبريدج، مثلما كانت تُباع لإنتاج الألوان المتلألئة من أجل الثريات وكانت عبقرية نيوتن تتمثل في سؤاله لماذا حدث هذا؟ وندرك أن الألوان لم تكن في العدسة ولكنها كانت في الضوء مفصولة ومنشورة في تسلسل عن طريق انعكاس المنشور. لقد رأى نيوتن أهمية الظواهر المعروفة مسبقًا من أجل فهم الضوء واللون بطريقة جديدة.

لماذا تعد بعض الظواهر مهمة بصفة خاصة؟ لكي تكون الملاحظات والتجارب مشوقة في مجال العلم، ينبغي لها أن يكون هناك نوعان من الأهمية: الأهمية المفهومية والأهمية الإحصائية. فينبغي لها أن تكون مدهشة بل ومقبولة بوصفها أصيلة. والشيء نفسه يمتد إلى التفسيرات: إذ ينبغي لها

أن تكون مدهشة بل قابلة للتصديق. ولسوف نُعنى هنا بالأهمية المفهومية، تبعًا لأي الظواهر نقصد. ويعد ثبات المعلومات، على أية حال، حيويًا بالنسبة إلى العلم. هنا، وعلى الرغم من ذلك، فإن جميع الظواهر تقريبًا لا تحدث بدون شك خطير. وما يعد مشوقًا في الشك هو الكيفية التي ينبغي لنا تفسيرها بها، وما توحي به. ويعتمد هذا على المعرفة بالخلفية والافتراضات المثيرة للجدل. ويمكن للقارئ ألا يتفق تمامًا مع بعض التفسيرات التي أقدمها هنا، وربما الملحَقة بتفسيرات جيدة، قد تكون موضع تقدم وارتقاء.

وكلما زاد عدم احتمال الملاحظة، أو نتيجة التجربة، زادت المعلومات التي تنقلها. ولكن إذا لم يكن ذلك محتملاً تمامًا فإنها لن تُصدَّق. وهناك نطاق ضيق جدًا من الاحتمالات الخاصة بقبول الملاحظة أو التفسير الذي يحتمل قبوله بقدر صحة ودهشة أن يكون مشوقا.

لنذكر هذا مرة ثانية: عندما تكون نتيجة تجربة متوقعة كلية فإنها لا تنقل معلومات؛ وعندما لا يكون ذلك محتملا تماما فإنه لن يصدق. ويعد هذا صحيحًا في ثقافتنا (معرفتنا وافتراضاتنا المشتركة) فيما يتعلق بالأشباح والمعجزات، التي لم يعد من المحتمل تمامًا أنها تبرر وقت ومال الفحص. فإذا كانت صحيحة، على أية حال، فإنها ربما تكون مهمة على نحو هائل. وهذا ربما ينقل معلومات كثيرة جدا ينبغي لنا أن نفكر فيها بشكل مختلف تمامًا حول المادة والعقل، وما يفعله المخ. وبالنسبة إلى البعض، فإن هذا يبرر أخذها جديا. أما بالنسبة إلى الآخرين، فإن فرصة الحصول على الذهب تعد ببساطة منخفضة للغاية. وهذه الأحكام هي فن العلم.

# حواشٍ ختامية

(١) Bertrand Russell, *A History of western philosophy* (New York: Simon & Schuster, 1945), 629.

(٢) B. Russell, *A History of western philosophy*, 630.

(٣) ولد الفيلسوف الأيرلندي جورج بيركلي George Berkeley بالقرب مـن كيلكنـي وتعلم في كلية ترينيتي بدبلن، حيـث كتـب مؤلفـه: *Essay on a new theory of vision* (1709)، مبرهنًا على أن الأفكار تأتي من الإحساسات الاعتيادية. لقد عاش عدة سنوات قليلة في أمريكا وأصبح بمثابة بيشوب Bishop بالنـسبة إلـى كلـوين بأيرلندا.

(٤) cf. D. C. Dennett, *Consciousness explained* (Boston, MA: MIT Press, 1991.

# الفصل الخامس

# أنواع الخداعات وأسبابها

يتمثل الهدف الرئيسي لهذا الكتاب في تقديم الظواهر البصرية مع مناقشات للكيفية التي يمكن أن تفسر وتصنف بها، بحسب الأنواع والأسباب. ويبدأ التصنيف بالأسباب الفيزيائية للبصريات، التي تنتقل إلى الاضطرابات الفسيولوجية للإشارات العصبية، ثم إلى العمليات المعرفية، التي يفهم فيها المخ الإشارات الحسية تبعًا للقواعد والمعرفة، على الرغم من بلوغه حالة الخطأ أحيانا.

وتنقسم العمليات المعرفية إلى نوعين: قواعد عامة ومعرفة شديدة الخصوصية للأشياء والمواقف. ويعد الإدراك فهمًا فعالا للإحساسات، فيما يتعلق بالسلوك المباشر وفيما يتعلق بالتخطيط نحو المستقبل.

## الصلة بـ "علم النفس الفسيولوجي"

إن التمييز بين الفيسيولوجي والمعرفي غير واضح المعالم أو متحرر من الخلاف. فبمقدور المرء القول، بمصطلحات شديدة العمومية، بأن هذا يعد تمييزًا بين كيفية عمل الآلة وما تقوم بعمله فعلاً. ويعد المخ آلة وينطبق هذا على جميع الآلات. فمثلاً، تحتاج فتاحة العلب إلى وصفين: آلة من الروافع والمقاطع، وما تقوم هذه بعمله لفتح العلبة. فهي تعمل من أجل بعض العلب على الرغم من أنها لا تفعل هذا من أجل العلب الأخرى. ويمكن أن تقوم

فتاحة العلب الذكية بتقييم العلبة وتغير من حالاتها الخاصة لكي تواجه كل نوع. وربما يحتاج هذا إلى معرفة "البرامج الحاسوبية" وقواعدها الخاصة "بالآلة" لكي تتعامل مع العلب والمواقف المتنوعة. ويكون التمييز بين الآلة والبرامج أكثر وضوحًا فيما يتعلق بأجهزة الحاسوب والشديدة الأهمية فيما يتعلق بالمخ والعقل.

فكيف ترتبط العمليات الفسيولوجية بالعقل؟ بتعبير آخر، ما الصلة بـ "علم النفس الفسيولوجي"؟ إن ظواهر مثل التأثير الوهمي للدواء (فائدة يتم تحصيلها من حبيبات الدواء الزائفة التى يُعتقد أنها شيء حقيقي) توحي بصلات شديدة بين الفسيولوجيا وعلم النفس. فهى تَعد مهمة بشكل كبير سواء أكانت الأعراض الصدمية للفصام متحكمًا فيها بشكل جيد عن طريق التعبيرات اللفظية أم عن طريق العلاج بالمواد الدوائية. وهنا لا يعد التمييز بين الفسيولوجيا وعلم النفس تمييزًا "أكاديميًا فحسب"، ولكن المناقشات الأكاديمية يمكن أن تؤدى إلى تحسن العلاج.

## حقائق مستمدة من الخداعات

ربما يرجع الخداع إلى اضطراب بصري جسمي، قبلما تبلغه العين، أو ربما يكون هذا الخداع فشلاً فسيولوجيًا في العين أو المخ. أو مختلفًا بشكل لطيف، ربما يكون سوء قراءة للإشارات الحسية الجيدة[١]. وسواء أسيء قراءة الإشارات الحسية وكيف أُسيء قراءتها فإن هذا يعتمد على الموقف، وبالنسبة إلى الإدراك فإنه يعتمد بشدة على السياق.

ويتمثل التمييز المهم بشكل حاسم، كما أشرت من قبل، فيما بين الإشارات الصاعدة من الحواس والمعرفة النازلة من المخ. وتعد بعض الخداعات أخطاء تبليغ بإشارات "صاعدة"، وتعد الأخرى سوء قراءة إشارات أو بيانات "نازلة". وعلى الرغم من أنهما مختلفتان تمامًا من الناحية التصورية، فإنه من الصعب تحديدهما بالممارسة.

## الصـــور

تستخدم البحوث البصرية صورًا في الغالب، على الرغم من أن الصور لا تعد أشياء نموذجية، وتعد شاذة جدًا عندما تنقل أشياء أخرى، في مكان وزمان مختلفين. وبدلاً من استدعاء الخداعات بالصور، على أية حال، فإنه يبدو من الأفضل القول بأنها تلمح إلى أشياء أخرى[٢].

وتعطى الصور الزيتية تبعًا لأسلوب ترومب لويل **Trompe l'Oeil** المؤثر (أو الصور الضوئية الواقعية إلى حد كبير) صورًا شبكية فحسب تقترب من صور الأشياء العادية. ومن الواضح أننا ننظر دومًا تقريبًا إلى صورة، ومع ذلك، نقبلها على أنها تلمّح إلى أشياء أخرى، مثل الأشخاص أو المباني وما إلى ذلك، في مكانها وزمانها الخاص. وهكذا فإن الصور لها واقع مزدوج. فهناك أشياء ننظر إليها، ولكننا نراها أبعد كثيرًا من وجودها فيزيائيًا.

ومن الغريب أن الناس المرئيين بالصور يبدون أحياء تقريبًا، وذوى شخصيات، يتحركون ويتحدثون تقريبًا. ومعرفتنا بالناس تمتع الحياة في اللوحة الزيتية الميتة، والحجر أو التمثال المدني.

## الإحساسات

تخبرنا الدراسات الفسيولوجية بأن بعض مناطق المخ تُكرّس للإبصار، والبعض الآخر يُكرّس للسمع، وهكذا بالنسبة إلى المس والشم والحواس الأخرى. وتعد الإشارات الواردة من الحواس هي جميعا نفسها فيزيائيًا: لحظة من النبضات الكهربائية، تزيد في ترددها بزيادة شدة التنبيه[٣]. ومايهمنا هو أي مناطق المخ يتم تنبيهها. فإذا كانت الأعصاب الواردة من العينين تتبدل مع الأذنين، مجموعاتها العصبية التي تذهب إلى كل منطقة من مناطق المخ الأخرى، فإننا يمكن أن نسمع أصواتًا عندما يدخل الضوء إلى العينين ونرى ألوانًا عندما تُنبه الأذنين بالأصوات[٤].

أُدرك هذا المبدأ – أن كل الحواس تقدم نوعها الخاص من الإحساس، وفقًا لأي منطقة من مناطق المخ يتم تنبيهها – في وقت مبكر من القرن التاسع عشر عن طريق مؤسس علم وظائف الأعضاء الحديث، يوهانز موللر Johannes Muller[٥]. أطلق يوهانز موللر (١٨٠١– ١٨٥٨) على هذا المبدأ اسم "قانون الطاقات النوعية". وهذا اسم غير ملائم. فلماذا "الطاقات"؟ ولماذا

قانون"؟ ربما لأن اسمه غير ملائم تمامًا، فإن هذا المفهوم المخي – العقلي المهم غالبًا ما يُهمل أو يُنسى. فدعنا نطلق عليه "المبدأ الحسي" لموللر.

وعندما تنهار الأقسام المعتادة للكيفيات الحسية، فإننا نخبر الخداعات العابرة للحواس. فمثلاً، يمكن أن تُلوِّن الأصوات. ومن المألوف جدًا بالنسبة إلى معظمنا، أننا نخبر الألوان عندما نضغط عيوننا، برقة. عندئذ يُنشِّط الضغط مستقبلات الضوء، وهكذا يتم تنبيه الجزء الخطأ من المخ ونرى هذه اللمسة. واللافت جدًا للنظر، إذا كانت العينان متصلتين بالمخ السمعي، فإن هذه المنطقة يتغير تشريحها تدريجيًا لكي تماثل تركيب اللحاء البصري. ولا يُعرَف ماإذا كانت الإشارات بصرية، أو ربما إشارة كيميائية معينة، تؤدى إلى التحول إلى هذه المنطقة.

تعد العلاقة بين مناطق المخ وأنواع الإحساسات فى بدايتها، ولكنها لا تخبرنا بشيء عن الكيفية التى يعمل بها المخ لتخليق الإحساسات. إننا نعرف الكثير والكثير عن "أين" لكننا لا نعرف شيئًا عن "كيف" (أو فى الواقع "لماذا") لدينا إحساسات. إن الأساليب الحديثة فى تصوير المخ بالرنين المغناطيسي تقدم نتائج مثيرة. ومثل أية أساليب أو ملاحظات تجريبية أخرى فإنها تحتاج للتفسير، العملية التى تُطلَق غالبًا على التجارب والأفكار أثناء عدم الارتباط الأولي. فهذا يجعل التنبؤ أو التخطيط فى العلم صعبا بشكل مستحيل تقريبًا.

## أنواع الخداعات وأسبابها

اننا نتعلم قدرًا كبيرًا عن الإدراك عندما يُرحّل من عالم الأشياء، وعندما تكون لدينا خداعات. وتعد الخداعات ظواهر إدراكية ونستطيع تصنيفها، بالطريقة نفسها التى نستطيع بها أن نصنف الظواهر الفيزيائية. مشابهًا لإثابة وضع الظواهر الفيزيائية فى مكانها عن طريق التصنيف، هكذا يجب أن يساعدنا هذا على فهم الخداعات، ومن ثم الإدراك نفسه. لقد اقترحنا من قبل "أنواع الخداعات"، وعلى هذا يمكننا أن نقدم بناءً غير نهائي بالأمثلة. وسوف يمثل هذا "جدولنا الدوري" للخداعات وأسبابها (الجدول "١" التالي). ونبين أنواع الأسباب بالخط المائل (من أجل "جدول دوري" كامل، انظر الجدول ٢ في مؤخرة هذا الكتاب).

# حواشٍ ختامية

(١) لنأخذ مثالاً معاصرًا لتوضيح هذا: إذا كان سائق القطار يمر بما يجب أن يكون إشارة حمراء؛ والإشارة ربما قد تعطلت، أو ربما هو نفسه فشل في رؤيتها. بوضع هذا الأمر في الجهاز العصبي، فإن العيون والحواس الأخرى ترسل إشارات إلى المخ. إذا كان شيئًا ما يجرى خطأ، فإن هذا قد يرجع إلى فشل الإشارة العصبية في الوصول إلى المخ (بدون تشويه أو خطأ آخر) أو أن المخ قد فشل في إضفاء معنى على الإشارة. وربما يرجع هذا إلى قصور فسيولوجيا المخ، أو لأن الإشارات الحسية تُقرأ من خلال افتراضات خطأ أو من خلال معرفة غير ملائمة. وعلى الرغم من أن هذا التمييز بين الفسيولوجي والمعرفي يعد أساسيًا، فإنه ليس من السهل دائمًا أن نفعل هذا. وربما تتشابه الأخطاء الفسيولوجية والمعرفية بشكل مدهش. فمثلاً، التشويهات من أي نوع هي تشويهات للطول والانحناء والحجم والمسافة وما إلى ذلك - على الرغم من أن الأسباب تعد مختلفة أساسا. وربما تكون هناك حاجة للتجارب شديدة الضبط والإتقان لكي نقرر أي نوع من أنواع التشويه لظاهرة خداعية معينة. ويعد هذا غالبا مثار خلاف بين الخبراء - بشكل طبيعي، يفضل علماء الفسيولوجيا التفسيرات الفسيولوجية ويفضل علماء النفس التفسيرات المعرفية! وهناك ازدراء للظواهر المثيرة "الخاصة".

(٢) يستخدم عالم النفس نيكولاس ويد Nicholas Wade الخداعات بهذه الطريقة.

(٣) لقد كان هذا معروفا منذ ١٩١٠ تقريبًا، خصوصًا على الرغم من عمل اللورد أدريان Adrian في كامبريدج (دوجلاس أدريان Douglas Adrian، البارون الأول، ١٨٨٩-١٩٧٧]، انظر: A. D. Adrian's *The basis of sensation* [1928]. and *The mechanisms of nervous action* [1932] [Both Cambridge: Cambridge University Press].

(٤) تم تنفيذ هذا أساسًا على صائدات القوارض. انظر: L. Melchner, S. L. Pallas, M. sur (2000) "visual behavior mediated by retinal projections directed to the auditory pathway", *Nature* 404/6780 (20 April): 871-879. ويوجد تعليق عليه في: *Nature* (2000) 404/6780 (20 April) 820-821.

(٥) لقد سبق موللر فعليًا السير تشارلز بل Charles Bell (١٧٧٤-١٨٤٢) على الرغم من أن موللر حصل على الاعتراف، ربما لأنه قدَّر أهميته بكل ما فى الكلمة من معنى.

## جدول (١). الجدول الدوري للخداعات.

| أنواع الخداعات | أسباب الخداعات | | | |
|---|---|---|---|---|
| | فيزيائية | | معرفية | |
| | بصريات | إشارت | قواعد | معارف |
| العمى | الضوء الخافت مثل إعتام عدسة العين | تلف الشبكية مثل فقدان الإمداد بالدم | الفروض الإدراكية المرفوضة في حالة عدم الاتساق | العجز عن إدراك المنظومات غير ذات المعنى |
| الغموض المحير | التباين المنخفض ضآلة الفروق فى معدلات الوحدات الضوئية | التشوش العصبى التشوش العشوائى يخفي الإشارات | التمويه قوانين التنظيم الإدراكى الجشطاليتة تضم الأشياء على نحو غير صحيح | الفروق المهملة بوصفها لا معنى لها العجز عن الإدراك المستمر للوجوه |
| غموض القلب | اللاتأكد حول التغيرات الكمية المفاجئة | التنافس الشبكي يفشل الاندماج المجسم | مكعب نيكر، التبديل بين البطة والأرنب الفروض البديلة، عندما تتساوى الاحتمالات | الرأس المجوف تعد الوجوه محدبة ولذا ينخفض احتمال إخفاء التجويف |
| عدم الاستقرار | ضوء الليزر التداخل | صورة أوشي Ouchi هل يفشل إغلاق الحدود؟ | منظومات النقط كثير من الفروض معلَّلة بقواعد أو معارف غير ملائمة | خداع تانتشر انتهاك المعارف الخاصة بالتعرف السريع المهم |

| التشويه | العصا فى الماء<br>إنكسار الضوء | حائط القهوة<br>إغلاق الحدود<br>عبر "خطوط<br>مدافع الهاون" | خداع برونز ،<br>وخداع موللر –<br>لير التقدير أو<br>القياس غير<br>الملائم للحجم | صورة الجسم<br>أهو ضغط<br>اجتماعى؟ |
|---|---|---|---|---|
| الوهم<br>أوالخيال | أقواس قزح<br>تشتيت الضوء | الصورة البعدية<br>الطاقة الضوئية<br>الكميائية<br>المختزنة | مثلث كانيدزا<br>الثغرات المقبولة<br>كدليل على<br>الحبس الأ قرب<br>للأشياء | الأشباح من<br>المحتمل جدًا أن<br>تكون صور بشر<br>مقبولة بدليل<br>ضعيف |
| التناقص<br>الظاهرى | الانعكاس فى<br>المرآة<br>تدوير الشيء أو<br>الرأس والعينان<br>لكى تواجه المرآة | الآثار البعدية مثل<br>التكيف مع القناة<br>المتوازية ومن ثم<br>الحركة المرئية<br>بدون تغير<br>الموضع | مثلث بنروز<br>الأطراف<br>المتماسة التي<br>يفترض أن لها<br>المسافة نفسها<br>على الرغم من<br>أنها ليست كذلك | الرسم من مرآة<br>ماجريت<br>الوجه المتوقع فى<br>المرآة ومن ثم<br>صدمة الاندهاش<br>عند رؤية مؤخر<br>الرأس |

# الفصل الخامس (أ)

## العمى: لا إحساس بدون حاسة

ربما يبدو غريبًا أن نقدم ظواهر بصرية بدون وجود إبصار أصلاً، ومع ذلك من أى مكان آخر يمكن أن نبدأ؟ إن العمى طويل الأمد يعني عدم وجود إحساسات للضوء أو اللون. هذا الفقدان للإحساس يمكن أن يحدث في حالة إعتام عدسة العين الذى يؤدي إلى انخفاض الضوء، أو تلف الشبكية، وخصوصًا فقدان الإمداد بالدم. وهذا ما يمكن أن يحدث أيضًا في حالة أعطاب المخ. وهناك أيضا عمى عقلي - المعروف بـ "العجز عن الإدراك" - رغم أن الإحساسات بالضوء واللون والحركة والشكل أيضًا تكون موجودة على الرغم من فقدان المعنى. وتُرى الأشياء على أنها منظومات لا معنى لها إلى درجة أقل أو أكبر. وعلى هذا، فإننا ننتقل من عدم وجود إحساسات إلى عدم وجود حاسة.

ويتمثل خداع العمى، بالطبع، في أنه لا شيء يبدو موجودًا. فالمرء ربما يحاول أن يغتنم الخبرة ببساطة عن طريق إغلاق عينيه. ومن ثم، على الرغم من أن الأشياء يستمر لمسها فإنه تنقطع رؤيتها؛ ومن هنا تأتى المأساة بالنسبة إلى الأطفال في لعبة الخضة. فالآن توجد الأشياء، والآن لا توجد. وكما قال فرانسيس بيكون Francis Bacon (١٥٦١-١٦٢٦) يخاف الإنسان من الموت مثلما يخاف الأطفال من الظلام؛ ومثلما أن الخوف الطبيعى لدى الأطفال يزداد بزيادة الحكايات الملفقة، وهكذا الحال بالنسبة إلى غيرها.

ولكن العمى طويل الأمد ليس مثيل الخبـــرة بالـــسواد أو الظـــلام الـــدامس. فبالنسبة إلى المبصرين تعد الظلمة "إحساس، لـــون". والعمـــى هـــو فقـــدان الإحساس البصري، الذى يختلف تمامًا عن رؤية السواد. فعدم العمى يتخيله المبصرون عن طريق الانتباه للعالم غير المرئي خلف المرء. فهنا ليس هناك إحساس، هو شيء مختلف تمامًا عن الخبرة بالظلام الذى نراه عن طريـــق إغلاق العيون أو انقطاع الضوء.

فالأسود لون، ومثله مثل الألوان الأخرى، يُعزَّز بواسطة التعـــارض. ومن المهم أن شاشة التليفزيون تعد بعيدة عن اللـــون الأســـود عنـــدما يـــتم إطفاؤها، على الرغم من أن المناطق السوداء كالفحم تُرى فيهـــا الـــصورة عندما تضاء، على الرغم من أن شعاع الإلكترون يضيف ضوءًا دائمًا. ويعد هذا دليلاً متقنًا على أهمية التعارض، في المكان والزمان، الذى نحتاج إليـــه لرؤية اللون الأسود أو لرؤية أي شيء في الواقع.

ماذا يجعلك ترغب في أن تصبح أعمى؟ لقد وصف جون هـــل **John Hull** هذا بشكل بليغ جدًا في كتابه الرائع لمـــس الـــصخور ***Touching the rock*** (١٩٩١). إنه يخبرنا بمدى الاختلاف عن معصوب العينين، مثلما يرى العميان بأيديهم: "ما دام الأعمى لديه يد طليقة، فإنه يرى بتلك اليد. فهو لـــم يُخبَر ولا يعرف أين يذهب أو أين هو ما دام يستطيع أن يوجّه نفـــسه بيـــده انطليقة"[١]. ويعد الفقدان المباشر للحاسة، مشابهًا لما يحدث من جراء عصب العينين، مختلفًا تمام الاختلاف عن الفقدان طويل الأمد عندما تصبح الحواس الأخرى والاستراتيجيات الجديدة فاعلة.

## الشفاء من العمى

لا تعد الحالات النادرة للشفاء من العمى منذ الميلاد، أو منذ الطفولة المبكرة، مهمة بشكل لافت للنظر فحسب بوصفها قصصًا شخصية، ولكنها تعد مهمة فيما يتعلق بإلقاء الضوء على طبيعة الإدراك. لقد كنت محظوظًا لدراسة مثل هذه الحالات - حاله شخص يدعى "س. ب." - منذ أربعين سنة مضت، مع زميلتى جين والاس Jean Wallace[٢]. لقد وصفت حالات أخرى قبل هذا التاريخ، إلا أن جميعها تقريبًا كانت عمياء بسبب إعتام عدسة العين، فقد استعادت بصرها بعد إزالة العدسات، الأمر الذى يعطي شفاءً بطيئًا للنظر، نظرًا لأن العيون تحتاج إلى أسابيع أو شهور لكى تشفي من العملية الجراحية. كان س. ب. أعمى نظرًا لأن قرنيتيه كانتا معتمتين، بدءًا من سن عشرة شهور وربما منذ الميلاد. وأجريت له عملية زرع قرنية تمده بالصور مباشرة، في عمر ٥٢ شهرًا[٣].

وبعد دقائق قليلة من إزالة الضمادات، وعقب التشوش الأولي، استطاع أن يرى بعض الأشياء ويسميها. لقد وجدنا أنه استطاع أن يرى أشياء كانت لديه معرفة بها عن طريق اللمس أثناء فترة العمى. ولكنه لم يستطع أن يعرف معنى الأشياء التى لم تكن لديه القدرة على لمسها. فهذه كان يرى على أنها منظومات بلا معنى. هذا الاعتماد على خبرة اللمس السابقة من أجل استخلاص المعنى من خلال حاسته الجديدة يبدو إيجابيًا إلى حد كبير.

وبشكل طبيعي نُرى الأشياء على أنها أكثر من المنظومات، على الرغم من أن منظومات الأشكال والألوان والحركات تتمثل جميعًا في أن العينين ترسلان إشارة إلى المخ. فنحن نَخبُر خصائص الأشياء أكثر من قدرتها على إرسال إشارات بصريًا: كثيفة وصعبة وفجة وحادة وسائغة وغير دقيقة وهلمجرا. وتأتي هذه الإضافات للملامح البصرية من المعرفة بالأشياء، تلك المعرفة المستمدة إلى حد كبير من خلال الحواس الأخرى ومن خلال التفاعل مع الأشياء. وفيما يتعلق برؤية الأشياء كأشياء، وليس كمنظومات فحسب، يعد أساسيًا أن نعرف شيئًا عن الصلابة والصرامة وعدم الثبات وهلجمرا. إننا نرى مثقلة الورق على أنها مختلفة تمامًا عن الحلوى الهلامية، نظرًا لأننا فيما مضى من خبرتنا قد تعاملنا مع أشياء صارمة وكثيفة وتفحصنا الأشياء الهلامية المتذبذبة.

هذه المعرفة الواردة من خلال معالجة الأشياء وتفحصها وسماعها تُحمل في الصور التي لا تلمس أو تفحص بالطبع. ومع أن مثقلة الورق المرسومة تبدو صارمة تمامًا، فإن الهلام متذبذب إلى حد كبير. وينبغي له أن يأتي هذا من خلال التفاعل مع الأشياء عبر سنوات عديدة. وبفضول شديد، في مستوى آخر أو في جزء آخر من المخ، نحن نعرف ذهنيًا أننا ننظر إلى بقع الأصباغ في صورة ثم نراها فيما بعد على أنها مثقلات ورق وهلاميات وأشخاص وغير ذلك. إن س. ب. لم يصنع شيئًا تقريبًا في الصور. ولكن الصور، خصوصًا الصور الكارتونية، قد أثارته حينما اجتهد في الوصول إلى معنى لم يستطع إيجاده.

لقد أدركنا أن س. ب. يستطيع أن يرى جيدًا بشكل لافت للنظر ما عرفه من ذى قبل من خلال اللمس، حينما أخبرنا بالوقت من خلال ساعة في جناح من المستشفى. ومعتقدين أنه كان ينبغي له أن يعرف أو يخمن الوقت، استعرنا ساعة منبهة من إحدى الممرضات تتوجه أذرعها إلى مواقيت تحكميه. ويقرأ س. ب. المواقيت بشكل صحيح بدون أية صعوبة. فكيف استطاع أن يفعل هذا إذا كان أعمى فعلاً؟ لقد اكتشفنا للتو أنه قد تعلم أن يعرف الوقت عن طريق اللمس. لقد كان يحمل ساعة جيب كبيرة في جيب سترته العلوية. لم تكن ساعته مغطاة بالزجاج، وكانت واجهتها مفتوحة حتى يستطيع أن يتحسسها بيديه. لقد بدا بوضوح أن بمقدوره أن يعرف الوقت بسرعة وبيسر عن طريق لمس ساعته بيديه. وبوضوح، فإن هذه المعرفة من خلال خبرات اللمس السابقة كانت متاحة لبصره الجديد. لقد صدمنى هذا من ثم بشكل مثير للغاية، وما يزال.

وهناك أمثلة أخرى كثيرة للانتقال من اللمس إلى الإبصار. فكان بإمكان س. ب. أن يقرأ مباشرة الحروف الهجائية الكبيرة عن طريق البصر، وإن لم يقرأ الحروف الصغيرة، فقد تعلم الحروف الكبيرة وإن لم يتعلم (لسوء حظنا) الحروف الصغيرة عن طريق اللمس عندما كان صغيرًا في مدرسة المكفوفين[٤]. وكان يرى الأشياء المألوفة - الترابيزات والكراسي، علاوة على الأتوبيسات والحيوانات، وغيرها - من خلال خبراته اللمسية المبكرة. ولكنه كان كفيفًا بشكل فعال فيما يتعلق بالأشياء التى لم يكن يعرف شيئًا عنها.

وعند مغادرة المستشفي أخذناه إلى لندن، بادئين بحديقة الحيوان. يبين الشكل (٩) رسمه للفيل من خلال مخيلته وقد عرضنا عليه قبل دقائق قليلة هذا المخلوق الضخم.

فكيف عرف الأفيال؟ عندما كان صغيرًا، كان لدى أسرته كلب كبير، وكانت أمه (هو وأخته الكبرى أخبراني بهذا) تصف الفيل على أنه مثل الكلب ولكن بذيل في كلا طرفيه. وخلافًا للعادة، عندما عرضنا عليه الفيل أهمله في البداية. ونادرًا ما كان يجد أشياء غريبة أو مهمة. على الرغم من أنه قد استغرقه السرور بالبريق والألوان والحركة أيضًا، كما في الحمام الموجود في ميدان ترافلجار. كان س. ب. مذعورًا من حركة المرور. وكان يتوجب علينا أن نجرّه عبر الشارع، على الرغم من أنه أثناء فترة العمى كان من الممكن رفع عصاته البيضاء وتوجيهها بلا خوف. وبشكل مدهش جدًا، في متحف العلوم عرضنا عليه مخرطة خشب بسيطة أداة كانت لديه معرفة بها وكان يأمل لو كان بإمكانه أن يستخدمها. في البداية كان مشوشًا، ثم، مجريًا يده عليها قال: "الآن لقد لمستها أستطيع أن أراها".

ويمكننا استنتاج أن حاسة اللمس تعد المصدر الأول للمعلومات عن الأشكال واستخدامات الأشياء. ويدون المعرفة، أولاً من خلال معالجة الأشياء والتفاعل معها، من المستحيل عمليًا بالنسبة إلى المخ أن يدرك معنى البصر أي أن نرى.

وهناك حوالى عشرين مثالاً على الأقل صدرت بشأنها تقارير عن شفاء راشدين من العمى المبكر، أكثرها حداثة حالة م. م.، في كاليفورنيا، الذى كُفَّ بصره في حادث وهو في سن الثالثة. أُجريَت له عملية زرع قرنية، باستخدام أسلوب الخلايا الجزعية وهو في سن الثالثة والأربعين. وتعد خبراته ونتائج العلماء الذين قاموا بدراسة حالته مشابهة تمامًا لحالة س. ب.، على الرغم من أنه بالإضافة إلى أن م. م. أجرى له تصوير وظيفي للمخ أظهر اختلالاً مخيًا في معالجة الشكل وتعرف الأشكال والوجوه[٤]. كما أظهر هذا التصوير الوظيفي معالجة مخية طبيعية للحركة. واستطاع م. م. استخدام الحركة لاكتشاف الأشكال ثلاثية البعد، مثل مكعب نيكر، الذى (مثله في ذلك مثل س. ب.) لم يستطع أن يراه على أنه ثلاثي البعد، أو على أنه شكل من أشكال "القلب". ومرة أخرى مشابهًا لـ س. ب.، لم يكشف م. م. التشويه في خداعات المنظور. وفي الغالب استطاع أيضًا بالكاد أن يتعرَّف الشيء بصريًا بعد لمسه.



**شكل (٩). رسم س. ب. للفيل من مخيلته عقب استرجاع بصره بعدة أيام. جرى هذا الرسم في حديقة حيوان لندن.**

كان م. م. يستعمل بصره المحدود بشكل ممتاز (أقل مما كان يفعل س. ب.)، على الرغم من أنه مثل س. ب. يستطيع أن يكتشف تشوشه. فمن كونه بطلا متزلجا كفيفا، الآن سوف يتزلج منحدرًا فحسب بعينيه المغمضتين.

## ماذا يعرف الصغار؟

لدى الصغار جدًا بعض المعارف الفطرية، وليست مكتسبة. وكلما كان سلوكهم محدودًا جدًا، من الصعب أن نكتشف ما يعرفون بشكل فطري ولكن هناك ثروة من البحوث الحالية المهمة في بزوغ الإدراك، تحتوي على تجارب مبتكرة. ووجد أن الاستكشاف باللمس يبدأ حتى قبل الميلاد[٦].

ويتمثل الأسلوب المفتاحي لاكتشاف ما يعرفه الصغار في ملاحظة ما يستولى على انتباههم. فإذا كانوا منتبهين لشيء يسقط بشكل مائل، فإن هذا يمكن أن يكون دليلاً على أنهم لديهم معرفة سابقة بأن الأشياء تسقط بشكل عمودي. وإذا أُخفي الشيء خلف ستار بحيث يظهر على أنه شيء مختلف (مثل دمية دب تتحول إلى سيارة إطفاء)، فإن الاستيلاء على الانتباه ربما يوحي بأن لديهم معرفة فطرية بأن الأشياء لا تتحول بصفة عامة إلى أشياء أخرى. (ويعرف هذا بـ "ثبات الشيء"). ويتمثل الأسلوب الآخر في أن نشاهد أين ينظرون. ويستغرق الصغار جدًا وقتًا طويلاً في النظر إلى رسم بسيط لوجه، مما يستغرقونه في النظر إلى رسم يمتلك الملامح ذاتها ولكن يهيمون في وجه مختلط. وهذا يبين أن الصغار لديهم قدر من المعرفة بالوجوه، بدون شك هذه أشياء مهمة للحياة؛ ولكن بالطبع، ينبغي لهم أن يتعلموا تمييز وجوه أمهاتهم عن الوجوه الأخرى. وهم يفعلون هذا مبكرًا جدًا. فبعض التعلم لدى الأطفال يكون سريعًا جدًا وربما من الصعب معرفة ما يتعلمون وما يعرفون من قبل على نحو فطري.

## التكيف

يُفقد الإحساس تدريجيًا بفعل التنبيه المستمر. ويعد هذا نوعًا بسيطًا من التكيف، وهو لا يخضع للتحكم الإرادى، ويحدث في طرف الجهاز العصبي قبل أن يصل إلى المخ. ويمكن أيضًا أن يكون التكيف لحائيًا وربما يرتبط بالانتباه، وبالتالى يخضع جزئيًا للتحكم الإرادى. لقد وُصف الفقدان التدريجى

للإشارات الحسية بفعل التكيف الطرفي بشكل جميل بواسطة عـالم الـنفس الرائد (اللورد مؤخرًا) إ. د. أدريـان **E. D. Adrian**، فـي كتابـه أسـاس الإحساس **The basis of sensation** (١٩٢٨). عن الخلود إلى النوم، يـذكر أدريان[٧]:

**إذا كان الكائن الحي ساكنًا فإن المستقبلات الحسية الطارئة يمكن أن تفرغ نبضاتها كلما تغيرت البيئة، ولكنها يمكن أن تتوقف عن فعل هذا بمجرد أن تستقر على حالة ثابتة. ونحن نكسب ميزة هذا عندما نخلد إلى النوم، نظرًا لأن الطريقة المعتادة تتمثل في إزالة الضوء، ومنع الأصوات قدر الإمكان، وترتيب أنفسنا في السرير بحيث تسترخى جميع العضلات. ثم الحفاظ على استمرار هذه الحالة تمامًا.**

**ويتلاشى وعينا بجسمنا وبيئته بسرعة ثم نخلد عاجلاً أو آجلاً إلى النوم. ويعد هذا مثالاً جيدًا لحقيقة أن المستقبلات الحسية في الجلد تتكيف بسرعة شديدة للبيئة الثانية. وتواصل المستقبلات الحسية للضغط والمستقبلات الحسية في العضلات تفريغ شحنتها تحت التنبيه الثابت ولكنها تتوقف أخيرًا بفعل استرخاء العضلات ثم بفعل الاضطجاع على أشياء ناعمة، ويتوزع الضغط بالتساوي. وهكذا، كلما حافظنا على استمرار هذه الحالة، فإننا نتوقف عن الانزعاج جراء الإحساسات الواردة من أطرافنا نظرًا لانقطاعها عن إرسال أية رسائل.**

ويواصل أدريان[٨]:

**يتسع نطاق الحقيقة القائلة بأن المستقبلات الحسية تتجول فيما يتعلق بالعالم الخارجى اتساعًا هائلاً. ولكى تكتسب معلومات عن البيئة لا تكون هناك حاجة لانتظارها كي تتغير، نظرًا لأن الحيوان المتحرك يمكن أن**

**يستكشف العالم الساكن عن طريق تغيير علاقة المستقبلات الحسية ببيئتها. ولا يقاوم التكيف السريع الذى يحدث في كثير من المستقبلات فحسب، ولكنه يمكننا أيضا من استخلاص المعلومات المتعلقة بالعالم الخارجى، ليس فقط من المستقبلات الباطنية - الجهاز الحسي عالي الكفاءة في العضلات والمفاصل. وفي الحيوان السوي، من ثم، سوف تتعاون كل من الأعضاء الطرفية سريعة التكيف وبطيئة التكيف في تكوين صورة كاملة للعالم الخارجى، وسوف تكمل الافتقار إلى التفاصيل في الرسالة الواردة من المستقبلات البسيطة عن طريق الرسائل الواردة عن "وضعية" الأعضاء المعقدة الذى يتم تنشيطها في ذات الوقت.**

ويعد فقدان الإشارات الخاصة بالتكيف مفيدًا من نواح عديدة. فكما يقول أدريان: "من الممكن أن يكون غير ملائم تمامًا إذا كان جهازنا العصبي المركزي مغمورًا باستمرار بالرسائل الواردة من كل جزء على سطح الجلد ... وسوف يتجه التكيف السريع للأعضاء الحسية نحو غياب الرتابة وسوف تسمح كل استثارة حسية جديدة بأن يكون لها تأثيرها التام على الجهاز العصبي المركزي(٩)". ينطبق الكثير مما ذُكِر على العيون، التى تحتاج إلى تغيرات في التنبيه لكى يستمر إبلاغ المخ بالإشارات. وتصبح المناطق الموضعية في الشبكية متكيفة مع التنبيه الثابت أو "سئمة" منه، مما يسبب نقدًا انتقائيًا للإشارات، ويخلق "خيالات" بصرية من الصور البعدية. ولدى الأذنين، على أية حال، تكيفًا ضئيلاً بشكل ملحوظ مع التنبيه الممتد؛ مما يمكن أن يكون شيئًا مزعجًا عندما تُمطر بوابل من الأصوات التى لا علاقة لها بالموضوع، التى يمكن أن تسبب ضيقًا شديدًا.

وإذا حُدِّق بثبات في بقعة ملونة، على خلفية ناصعة بشكل مشابه، لعدة ثوان فإنها سوف تختفي تدريجيًا، حتى ولو بدون أن تترك كثيرا من الصورة البعدية. فما يُعرف بأنه أثر تروكسلر، لم يُفسَّر تماما، ولكن على ما يبدو فإنه يعد ظاهرة لحائية وليس ظاهرة شبكية (cf Anstis, S. 1967 and 1979).

## المفقود خلف القضبان

إن علماء الإبصار مفتونون بما يسمونه "قنوات التردد المكاني"، قياسًا على الترددات في زمن الموجات الصوتية. ويتواءم الجهاز البصري مع الترددات المكانية للسلاسل المتصلة المتكررة، المعروفة باسم الحواجز. (بشكل مثالي، ليس لقضبان الحاجز حواف حادة، ولكن يجب أن يكون لها تشكيلات موجية جيبية من النصوع). وعن طريق تنويع التعارض والتردد المكاني (عدد القضبان لكل درجة زاوية بصرية)، فإنها يمكن أن تستخدم بوصفها اختبارات دقيقة للحدة البصرية. وعن طريق ضم صور مختلف الترددات المكانية، أو صورة تردد مكانى معين على حاجز تردد آخر، فإنه من الممكن اختلاق صور تتم رؤيتها من مسافات رؤية معينة ولكن تختفي عند مسافات أخرى. ولقد ابتكر عالم النفس الفنان نيكولاس ويد Nicholas wade أمثلة ممتازة (الشكل رقم "١٠").

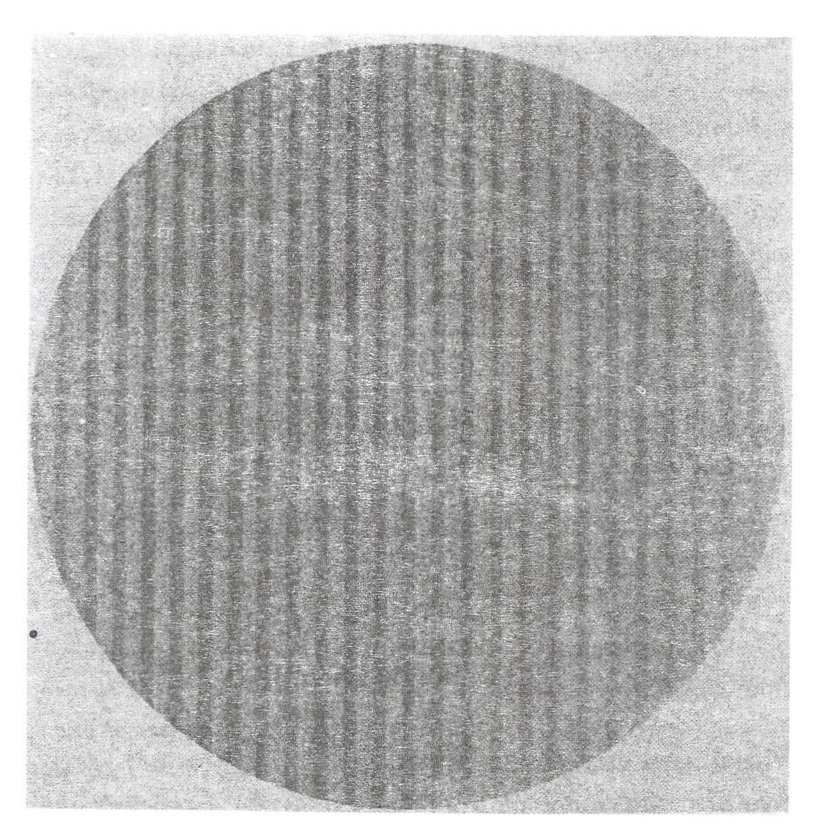
وهناك وجه جميل مصنوع من الأصداف، في مركز المتحف العلمي بسان فرانسيسكو. عند النظر إليه من بعيد يصير وجهًا؛ ولكن من قريب يكون مجرد مجموعة من الأصداف. وهناك أثر مشابه في أية لوحة تحتوى

على ضربات فرشاة رسام مميزة. فمن مسافة قريبة جدًا يرى المرء ضربات فرشاة الرسام فحسب، الصورة نفسها التى تبدو عندما يبتعد المــر ء أكثـــر. وذلك نظرًا لأن الترددات المكانية لضربات فرشاة الرسام والصورة تختلفان. على الرغم من أن الصورة لاتعدو أن تكون ضربات فرشاه!

## العمى العقلي

يمكن أن يحدث فقدان للبصر على الرغم من عدم وجود خطــأ فـــي العينين. فالمشكلة تكون في المخ أو العقل mind. فقط هناك أنواع مختلفة من العمى.

لقد وُصِف نوعان من العمى العقلي بواسطة عالم الأعصاب هينريتش ليزاور Heinrich lissauer عام ١٨٨٥. إذ كان يطلــق علـــى الاســتجابة للمنبهات فحسب "الإدراك الشعوري"، وكان يطلق على الارتبـــاط الـــسوي للمنبهات أو البيانات الحسية بالارتباط بين الشيء والمعرفـــة. ويمكـــن أن يكون العمى العقلي، الذى يُطلق عليه حاليا "العجز عن الإدراك"، إما إدراكـــا شعوريًا وإما ارتباطيًا. ويظهر بعض المرضى أحد نوعي الإدراك العقلـــي، ويظهر الآخرون النوع الآخر. ولدى بعض المرضى عجـــز عـــن الإدراك لأنواع بعينها من الأشياء فحسب؛ على سبيل المثال، الفـــشل فـــي تعـــرف الفواكه، أو الحيوانات، أو الأشخاص. ولقد ابتكر مـــصطلح "العجـــز عـــن الإدراك" بواسطة سيجموند فرويد Sigmund Freud عندما كان طبيبًا عصبيًا ناشئًا.



شكل (١٠). الحساسية للتعارض. عالم النفس فيرجس كامبل **Fergus Campbell** ١٩٢٤ـ٩٩٣ (من خلال: ***Psychologists in Word and Image.*** **Nick Wade (1995), MIT Press**).

ويعد العجز عن تعرف الوجوه شائعًا على نطاق واسع. فلا يمكن أن يكون هناك شعور بالألفة، حتى بالنسبة إلى الأصدقاء المقربين. ويعد الفشل المحتمل في التعرف على الوجوه فقدانا إدراكيًا شعوريًا، وليس ارتباطيًا. وتوصف حالات العجز الارتباطي عن الإدراك ببراعة بواسطة أوليفر ساكس **Oliver Sacks** في العديد من كتبه، بما في ذلك ***The man who mistook his***

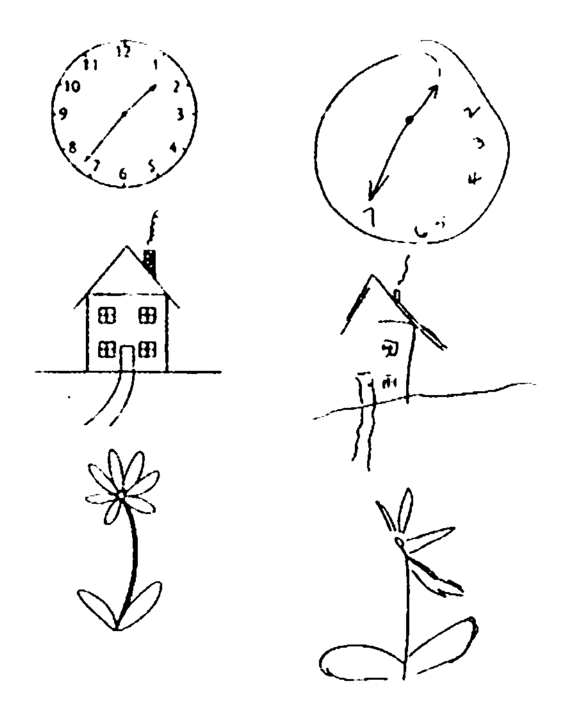
*wife far a hat* (١٩٨٦). هذه الحالات الفاتنة بوصـــفها قصـــصًا إنـــسانية، تظهر بشكل درامي جدًا أهمية المعرفة المتاحة للرؤية.

## التجاهل أو رفض النظر

اللافت جدًا للنظر هو ظواهر التجاهل الغريبة، للجانب الأيـــسر مـــن المجال البصري، وأحيانًا تجاهل الجانب الأيسر مـــن الجـــسم فيمـــا يتعلـــق باللمس، وذلك في حالة إصابة الشق الأيمن من المخ. وبالنسبة إلى الإبصار يمكن أن يكون المجال الأيسر كاملاً مفقودًا. وبصورة غريبة، يمكن أن يكون مفقودًا كما يُمثل بالرسوم، على الرغم من أنه حاليًا وصف لفظي. وبـــشكل ملغز، يمكن أن تكون الأنصاف اليسرى من الأشياء مفقودة، حيثمـــا تنظـــر العينان. يمكن أن يترك المريض النصف الأيسر من الطبق دون أن يُمَـــس، حتى على الرغم من أن عيناه تتحركان بحرية. ويحدث هذا التجاهل للنصف الأيسر في الرسوم من الذاكرة، وفي نسخ الرسوم أو الأشياء. وعلى ســـبيل المثال، يمكن أن تُحذَف الأعداد اليسرى على واجهة الساعة، أو تُنقَـــل إلـــى النصف الأيمن من قرص التليفون (الشكل رقم "١١").

هذا التجاهل الملحوظ لأحد الجانبين يتسع ليشمل الذاكرة بعيدة الأمـــد. ففي بعض التجارب يُطلب من المرضى أن يتذكروا ويصفوا مشهدًا معروفًا جدًا، تبعًا للنتيجة القائلة بأن الأشياء الموجودة في الناحية اليـــسرى تُحـــذَف بشكل كبير. فإذا، على أية حال، طُلِب من المريض أن يتخيل مـــشهدًا مـــن وجهة النظر إلى الوراء منه، لدرجة أن اليمين واليسار يُعكسان، من ثم فـــإن

الأشياء التى حُذِفت عندما كانت في الجانب الأيسر تُتضمَّن عندئذ في الاستدعاء، وتُستبعَد الأشياء التى كانت موجودة أصلاً في الجانب الأيمن. ربما لا يعد هذا مدهشًا بكل ما في الكلمة من معنى، فكما هو معروف من خلال تصوير المخ أن الكثير من مناطق المخ نفسها تُتضمَّن في الذاكرة البصرية والبصر.



**شكل (١١). رسوم لمرضى لديهم تجاهل للجانب الأيسر يعانون من صدمة للجانب الأيمن. من خلال Robertson & Marshall (1993)**[١٠].

## عمى التغير

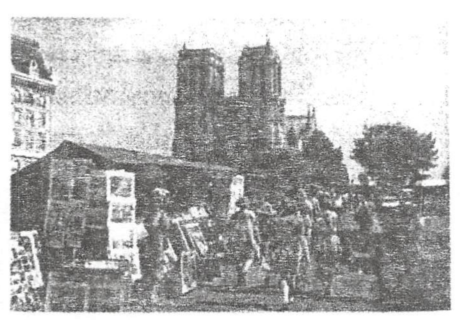
لقد لمَحنا عند الانتقاء، والرفض إلى "الانتباه". وعلى الرغم من أن الانتباه الانتقائي يُفحص على نحو شامل، فإننا لن نناقشه هنا إلى أبعد من ذلك، باستثناء ظواهر العمى للتغيرات الجديرة بالملاحظة، مثلما يحدث من صورة معينة أو مشهد بعينه إلى الآخر يختلفان إلى حد ما. ويعد هذا العمى للتغير، الذي يمنح الاستمرار، مفيدا بالنسبة إلى صانعي الأفلام. فعلى الرغم من أن فنيى الأفلام والتليفزيون ينبغى لهم أن يكونوا على وعي بهذه الظاهرة فإن عدم رؤية التغير قد تم فحصه حديثًا فحسب.

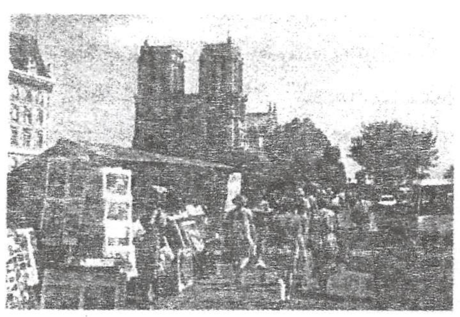
وهناك عمى للتغير حتى في حالة الفروق الكبيرة بين صورتين أو مشهدين، خصوصًا حينما لا يتعلق التغيير بمهمة على قدم وساق (الشكل رقم "١٢"). فعندما تُقدم الصورة الثانية في المكان نفسه الخاص بالصورة الأولى ولكن بعد فترة زمنية قصيرة، فإن الفروق بين الصورتين لا يمكن رؤيتها، على الرغم من أنها تكون واضحة عندما يشار إليها.

فإذا قُدِّمت الصور تباعًا بدون فجوات زمنية، فإنه تكون هناك إشارة حركة ملحوظة حيثما يكون هناك فرق بينهما، مما يلفت الانتباه إلى التغير. وعلى أية حال، فإن سلاسل المشاهد المصورة بالفيديو تُصنع حيثما يتبدل شخص، مثلاً، مكان شخص آخر، بدون تغير ملحوظ.

فلماذا يجب أن يكون هناك عمى للتغير؟ ليس هناك اتفاق بين الذين قاموا بدراسة هذه الظاهرة، ولكن عمى التغير لا يعد مدهشًا من وجهة النظر

القائلة بأن الإدراكات هى فروض تنبؤية. نظرًا لأن الفروض تكون مفيدة في حالة استمرار الإمداد على الرغم من الفجوات في البيانات. وبالطبع فإن الاتكال على تنفيذ الفروض يخذل المرء أحيانًا، ولكن بصفة عامة تكون هناك حاجة إلى الاستكمال عرضي فحسب من البيانات الحديثة من أجل الإدراك المستمر والسلوك المستمر، مما يكون مفيدًا.





**شكل (١٢). عمى التغير. نقل نظرك من صورة إلى أخرى - هل هما مختلفتان؟ لاحظ الشجرة الكبيرة المفقودة إلى يمين كاتدرائية سيدة باريس.**

هذا الاتكال على الفروض لما هو أبعد مما يُبلَّغ يجعل الشعوذة سهلة نسبيًا. وتبيِّن الشعوذة كيف يكون الإدراك الهش فعليًا وإلى أي مدى يعتمد على افتراض الأشياء السوية التى تقوم بفعل أشيائها المعتادة. وتحدث معظم الشعوذة بواسطة المستمع الذي يرى ما "يجب" أو يمكن أن يحدث بشكل طبيعي عندما يجعل المشعوذ شيئًا ما غريبًا يحدث. وربما تكون الحياة بالفروض مسألة خطيرة.

بهذه الوجهة من النظر لعمى التغير فإن السؤال الذى يجب طرحه هو: ماذا يقطع تيار الفروض الإدراكية بشكل طبيعي؟ عندما تملأ الفروض

الفجوات في البيانات الحسية، من المفيد الاعتماد عليها حتى يكون هناك دليل جيد على الحاجة إلى التجديد أو التحديث. وغالبا ما تبلّغ الحركة الموضوعية بإشارة إلى هذا؛ ولكن التحديث يمكن أن يكون عفويًا. وتتمثل التجربة المشوقة في النظر إلى زوج من الصور المجسمة، صورة لكل عين في المجسام. وعندما يُرى عمق حي، مع إغلاق إحدى العينين برقة شديدة. عندئذ يستمر العمق ردحًا من الزمن، في إحدى العينين فقط. ولا بد أن يكون هذا هو فرض العمق الذى يستمر بعد حركة الدليل ثلاثي الأبعاد. وهو يعطي فكرة ما عن مدة استمرار الفروض البصرية غير المؤيدة: لمدة تصل إلى ثانيتين.

## العمى المتعلق بالوظائف اللحائية

تُزوَّد الحواس المختلفة بأجهزة عصبية متخصصة في المناطق المتباينة من طبقات لحاء مخنا الخارجية. ويعمل الإبصار مع كثير من الأجهزة شبه الأتونومية، التى يتم اكتشافها تدريجيًا بأساليب عدة. على الرغم من هذا، ليس من السهل دائمًا تفسير نتائج الإعطاب أو الإتلاف، كما يمكن أن تحدث أشياء غريبة لأي جهاز عند إزالة أجزاء معينة منه. ويعد هذا مألوفًا جدًا في حالة الإلكترونيات: إزالة أو إتلاف جزء يمكن أن يفسد وظائف أجزاء أخرى بطرق يصعب التنبؤ بها أو يصعب تفسيرها أحيانًا.

من الثابت في نهاية المطاف أن جهاز معالجة معين يمكن أن يكون أعمى بالنسبة إلى أنواع أخرى من المنبهات. ولعل اللافت للنظر، أن

الأجهزة الخاصة بالحركة البصرية والعمق المجسم تكون مصابة بعمى الألوان. فهى تستجيب بصعوبة للصور متماثلة الإضاءة التى لها تباين لوني، ولكن بدون تعارض في النصوع. فالصور متماثلة الإضاءة تعد غير مستقرة، وتفقد الحركة والعمق المجسم عندما تكون تلك العمليات المخية عمياء للألوان. ومن ثم، هناك أنواع كثيرة من العمى.

## نظرية المعلومات

حينما أصبح التلغراف ثم الهواتف مهمة تجاريًا، كان من الضرورى أن نقيس المعلومات، نظرًا لأن المعلومات تتغير حسب السرعة والثبات. وتعد المعلومات باهظة الثمن أيضًا بالنسبة إلى الأجهزة العصبية، وهكذا فإن هناك حدودًا اقتصادية لما يمكن رؤيته.

وحتى الآن، لا توجد وسيلة لقياس المعنى. وعن طريق تكنولوجيا المعلومات، أصبحت المعلومات والمعنى مستقلين ويتم تصورهما على نحو مختلف. وهذا يؤثر على الكيفية التى نتصور بها المخ والإدراك وحدودهما.

تُقاس المعلومات بنظرية كلود شانون **Claude Shannon** الرياضية للمعلومات، عن طريق عدد الاختيارات الممكنة واحتمالاتها[١١]. فالاختيار بين احتمالين ممكنين بشكل متساو هو وحدة معلومات **bit** واحدة. والبت (الرقم الثنائى) هو وحدة المعلومات. ووحدات المعلومات هذه تتحد بشكل خوارزمى، باستخدام خوارزميات القاعدة ٢. وبالنسبة إلى القناة المعلومات

(بما في ذلك القناة الحسية)، يتفق مخرج القناة مع مدخلها بدقة شديدة، ومن ثم تنقل معلومات أكثر. ويعتمد وسع القناة أيضًا على عدد وحدات المعلومات التى يمكن نقلها في الثانية. وينخفض وسع القناة بالنسبة إلى حواسنا بشكل ملحوظ مقارنة بالقنوات الإلكترونية. علاوة على هذا، يبدو أننا نرى قدرًا كبيرًا من التفاصيل. ويعد هذا بمثابة شيء من الإشكال، الذي يبين القيمة المضافة للإبداع المخي في زيادة المعلومات المنقولة، من خلال المعرفة بالشيء وبقدر كبير من الخيال(١٢).

## حدود المعلومات

يرجع تقدير الوسع المحدود للقنوات الحسية إلى الفيلسوف الاسكتلندى سير وليام هاميلتون **Sir William Hamilton** (١٧٨٨- ١٨٥٦)، الذى اقترح إلقاء حبات الفاصوليا على الأرضية الرخام ثم تقدير عدد حباتها. فكم يمكن إحصاؤها بالنظر؟ الإجابة هي، حوالى سبعة فقط. وبالمصطلحات الحديثة، فإن هذا يمثل وسع قناة محدودًا للإبصار الإنسانى. إنها أقل مما تبدو بالنسبة إلى الخبرة اليومية. لقد فسرت تجربة هاميلتون، التى تظهر مفاجأة معدل المعلومات المنخفض، عن طريق عالم النفس بهارفارد جورج ميلر **George Miller** بمفاهيم جديدة لنظرية المعلومات، في مقال شهير يحمل العنوان الجدير بالذكر التالى: "رقم سبعة السحرى، زائد أو ناقص اثنين" **The magic number seven, plus or minus two**(١٣). نظرًا لأن هذا هو عدد حبات

الفاصوليا، أو أيا كان، ما يمكن رؤيته للوهلة الألى. ويُطلق أحيانًا على الغنى الظاهري للإدراك اسم الخداع العظيم.

أُجريَت التجربة الكاشفة الأخرى بواسطة إدموند هيك **Edmund Hick** في عام ١٩٥٢ في كامبريدج. كان جهاز هيك يحتوى على عشرة مفاتيح بعدد الأصابع، كل منها ذو ضوء ضئيل موضوع في مكان ثابت على المفاتيح المرتبة عشوائيًا. وبعد عملية التعلم التى ينتمى فيها المفتاح إلى أي ضوء، كان يجب على المبحوث أن يضغط على المفتاح المتطابق عندما سقط عليه الضوء بأسرع ما يمكن. لقد نوع هيك عدد المفاتيح في المحاولة التجريبية المقدمة، من واحد إلى عشرة. فوجد أن زمن الاستجابة قد طال بزيادة عدد الأضواء والمفاتيح – ذات العدد من الاختيارات. ويعني هذا أن الأضواء التى يمكن أن تسقط عليها قد أدت إلى ازدياد طول زمن الاستجابة. ومن ثم، فإن السلوك لم ينشأ ببساطة من المنبهات، ولكن من خلال إمكان المنبهات، حتى حينما لم تحدث فعلاً. ويختلف هذا تمام الاختلاف عن النظرية القديمة القائلة بأننا نستجيب ببساطة للأحداث كما تحدث أي نستجيب مباشرة للمنبهات. وبالنسبة إلى الأضواء التى يمكن أن تسقط ولكنها لا تسقط ليست منبهات؛ على الرغم من ذلك فهى تؤثر على الإدراك والسلوك وبطريقة منظمة.

نحن نبنى داخل أمخاخنا نماذج عقلية تتضمن إمكانات بديلة. فنحن نستخدم الإشارات الحسية لكي ننتقى من بين التصنيفات العقلية للإمكانات. وكلما كان التصنيف كبيرًا ازدادت المعلومات؛ مما يتطلب مزيدًا من الوقت

لحدوث المعالجة. لقد وجد إدموند هيك أن الوقت يزداد طولاً بالنسبة إلى خوارزم (القاعدة ٢) عدد الإمكانات المختزنة بالمخ، زائد واحد. وكان يعتقد في الواحد المضاف عندما يرجع إلى اختيار مخفي بعدم الضغط على المفتاح(١٤).

وتختلف فيزياء القنوات العصبية تمامًا عن أسلاك التلغرافات أو الهواتف، بل تختلف أكثر حتى عن روابط الراديو؛ بل تعد المبادئ الضمنية – وسع القناة المحدود، وفساد الإشارات عن طريق التشويش العشوائى الحتمي، والمعلومات بوصفها اختيارات من بين مجموعة من الإمكانات – هي نفسها بالنسبة إلى كل من القنوات الإلكترونية والعصبية. وتوضح الهندسة المفاهيم المفتاحية لعلم الفسيولوجيا حتى عندما تكون هناك فروق جوهرية.

## ما المعرفة؟

لقد قلنا إن الإدراك يُبنى على المعرفة. فما المعرفة؟ وكيف ترتبط المعرفة بالمعلومات؟ تعد المعرفة أوسع وأحكم بناء من المعلومات. ويمكننا أن نخاطر بتعريفها على النحو الآتي: المعرفة هي المعلومات المبنية من أجل الاستخدام. وهي قد تكون ضمنية، أو ربما تكون صريحة. ويمكن تخزينها في الشفرة الوراثية أو في الأمخاخ، وحاليًا في الحاسبات الآلية. وبالتأكيد سوف ينهض الذكاء الاصطناعى حقًا عندما تحتوي الحاسبات الآلية على

معرفة وميزة عن العالم الذى نعيش فيه. أن يعتمد الإدراك على المعرفة يعد الفكرة المركزية لهذا الكتاب.

# حواشٍ ختامية

(١) John Hull, *Touching the rock* (Preston: Arrow, 1991), 109.

(٢) R. L. Gregory and G. Wallace, *Recovery from early blindness*, Monograph 2, Society of Experimental Psychology (Cambridge: Heffers, 1963).

(٣) يرجع هذا التأخير الطويل إلى أن عينيه كانتا في حالة ضعف ولم يرد الأطباء أن يخربوا القرنيات. وحينما بدأت بنوك القرنيات في العمل قررت المخاطرة بها، وكانت العمليات ناجحة.

(٤) قُدِّم للأطفال حروف هجائية كبيرة منقوشة على ألواح خشبية، وكان يمكنهم أن يقرأوها على لوحات معدنية وهلمجرا. وكما أن الحروف الهجائية الصغيرة لم تكن تستخدم على نحو شائع في ذلك الوقت، فإن مدرسة المكفوفين أعدت التجربة السليمة - الخبرة بالحرف الهجائي الكبير ولكن ليس بالحرف الهجائي الصغير. فقط نوع الحروف التي خبرناها من قبل يمكن قراءتها عن طريق بصره المكتشف حديثا.

(٥) الباحثون هم: I. Fine, Alex R. Wade, Alyssa A. Brewer, Daniel F. Goodman, Geoffrey O. Boynton, Brian A. Wandell, and Donald I. A. MacLeod.

(٦) يجد إلفيدينا ن. أدامسون - ماسيدو Elvidina N. Adamson-Macedo، من جامعة وولفر هامبتون بانجلترا، أن حديثي الولادة لديهم عمليات استكشاف لمس شامل ويبدو أنهم يستفيدون من الدمى البسيطة المصممة على نحو خاص في زيادة مدى خبرتهم.

(٧) E. D. Adrian, *The basis of sensation* (Cambridge: Cambridge University Press, 1928), 98.

(٨) Adrian, *The basis of sensation*, 100.

(٩) Ibid., 101.

(١٠) هناك تراث كبير عن التجاهل.

(١١) كان كلود إدوارد شانون Claude Edward Shannon (١٩١٦-٢٠٠١) مهندسًا يعمل في معامل شركة بل للتليفونات في أمريكا. ويعد هذا مثالاً جيدًا لحل المهندس الذي يقدم إسهامًا كبيرًا لحل مشكلة فلسفية.

(١٢) التقدير الكلاسيكي هو الأصل: Claude E. Shannon and W. Weaver, *The mathematical theory of information* (Urbana, IL: University of Illinois Press, 1949).

(١٣) G. A. Miller (1956), "The magic number seven plus or minus two: Some limits on our capacity to process information". *Psychological Review* 63: 81-97.

(١٤) إدموند هيك وأنا كنا المبحوثين في التجربة الأصلية. وعندما هو توقف قبل اكتمالها، بُني قانون هيك على جهازي العصبي.

# الفصل الخامس (ب)

## الغموض المحير

تعتمد الرؤية على التباين. رغم أننا نستطيع بالطبع أن نميز النهار من الليل، وأن ننظر إلى ضوء القمر الخافت، وأن يجد المصورون الفوتوغرافيون صعوبة فى الحكم على نصوع الضوء من أجل أفضل ظهور، من ثم نعتمد على أداة قياس أو الثقة فى آلة تصوير آلية. ترسل الشبكية إشارات بشكل أساسي عن الفروق فى النصوع، بين منطقة وأخرى وتتغير بمرور الزمن. إنها الفروق المكانية التى تمنح المحيطات لتحديد الأشياء، وبشكل نهائى يعتمد حل رؤية التفاصيل الدقيقة على مدى صغر الفروق في النصوع التى يمكن اكتشافها.

قد يعتمد مدى صغر هذا الفرق على عدد كبير من العوامل، بعضها فى العين والمخ ذاتيهما والأخرى فى المشهد. فالعينان، وجميع الكاشفات، تحدَّد بشكل نهائى عن طريق اضطراب "التشويش" العشوائي. وقد هذا الفرق فحسب بانخفاض الحرارة، التى يمكن أن تُتاح فى حالة التليسكوبات الإشعاعية (اللاسلكية) وبعض التجهيزات الطبية، ولكن العيون الآدمية بالطبع بحرارة الدم.

ينبغى للمخ البصري أن يقرر ما إذا كان النشاط العصبي يرجع إلى وجود الضوء أو إلى التشويش العصبى الداخلي. ويتذبذب كل من التشويش وتدفق وحدات الضوء بشكل عشوائي. ولرؤية أي شيء بشكل ثابت ينبغي له أن تكون هناك أعداد مختلفة بشكل دال من وحدات الضوء. بل يجب أن تكون مختلفة بشكل دال إحصائيًا. إن القدرة على تمييز شيء ما عن لا شيء مطلقًا، أو تمييز شيء ما عن شيء آخر، تتضمن دائمًا قدرًا من التخمين. نظرًا لأن هناك دائمًا تباينًا عشوائيًا فى معدل وحدات الضوء ويمكن أن تكون التغيرات في التشويش العصبي خطأ فيما يتعلق بالإشارة أو المنبه الحقيقي.

ويزداد التشويش العصبي بزيادة العمر، ولذا تنخفض قدرتنا على الرؤية وعلى السمع وعلى التذوق كلما تقدم عمرنا. وكبار السن يمكن أن تبطؤ حركتهم كاستراتيجية لكسب الوقت فيما يتعلق بتمييز الإشارات من خلال عشوائية أجهزتهم العصبية، وفيما يتعلق بقراءتها بوصفها رسائل واردة من أشياء متنوعة من العالم الخارجي. وهنا يُبتَاع الثبات بكلفة الوقت (عندما تتوحد الإشارات خطيًا بل ويتوحد التشويش العشوائي بمقدار دالة الجذر التربيعي). ومن ثم تعد قيادة السيارة أو المشي بشكل بطيء جدًا تكيفًا ذكيًا بالنسبة إلى كبير السن. وفى الضوء الخافت تصبح العين أشد حساسية فى حالة التكيف مع الظلام، والتى تتزايد عبر سبع دقائق، ولو كان الثمن عدم رؤية الوضع الدقيق للأشياء المتحركة، على الرغم من التضحية بتمييز الزمن. إذ يمكن رؤية الكرة سريعة الحركة على الرغم من عدم إمكان

ملاحظة وضعها الدقيق، مثلما نخبر ذلك عند لعب كرة التنس أو الكريكر أو البيسبول فى الضوء المنخفض.

فى الضوء الخافت، يستطيع المرء أن يرى فعليا تذبذب كم وحدات الطاقة والتشويش البصري الخاص بالمرء. فأثناء السهر فى حجرة خافتة الإضاءة، يعد شيئًا مشوقًا أن ننظر إلى السقف، الذي يبدو مغطى بنمل متحرك. وتعد هذه نبضات تلقائية للتشويش البصري ووحدات الضوء الفردية، المرئية فى الضوء الخافت حينما تكون متكيفتين تمامًا مع الظلام.

وبشكل مشابه فإن المرء يسمع اصواتًا أثناء الصمت المطبق. وقد يكون هذا الصوت غير واضح سواء اكان غير مألوف أو مختلف فى اذن المرء. ويمكن أن يكون الطنين جاثمًا على الأذن.

## العتبات

اعتاد علماء الإبصار أن يتحدثوا عن "العتبات" الحسية، وكأن هناك خطوة مفاجئة للفرق بين الخبرة بلا شيء أو الخبرة بشيء ما. ونحن لا نرى هذا إلى حد بعيد، نظرًا لأن العتبات الحسية لا تعد مفاجئة أو حادة ولكنها تكون متدرجة. وهي تتغير حسب عوامل عديدة؛ بعضها فيزيائي، والبعض الأخر فسيولوجي أو سيكولوجي.

وترتبط الطبيعة الإحصائية لهذه العوامل العتبات الحسية بالاكتشاف عن طريق الأجهزة الجسمية، كما ترتبط بها الفروق المهمة الناتجة عن طريق

التجارب. تبيَّن هذا فى الثلاثينيات من القرن العشرين فيما يتعلق بالزراعة عن طريق الإحصائي الكبير سير رونالد فيشر **Sir Ronald Fisher** (١٨٩٠- ١٩٦٢) فى تقدير آثار السماد على المحاصيل الزراعية. وجد فيشر أنه كان من الممكن اكتشاف أثر أصغر فى الحقول الأكبر، التى تسمح بعينة أكبر من المزروعات. وهذا يتبع القوانين التى تجري أيضًا على العيون التى تكتشف وحدات الضوء. نظرًا لأن العيون تكون شديدة الحساسية أيضًا للمجالات البصرية الأكبر. رغم أن بعض المستقبلات، مثل المزروعات فى التجربة الزراعية، سوف تؤدى أفضل أو أسوأ بشكل طفيف من الأخرى وسوف تتنوع إلى حد ما من حيث الزمن. وهذا لا يشبه المزروعات التى تمتص سمادًا أكثر أو أقل. إن الزيادة فى عدد المستقبلات المنبهة سوف تحسن حساسية العين كثيرًا مثلما تؤدي الحساسية والثبات فى التجارب الزراعية إلى تحسن أحجام الحقل الأكبر. ويجري قانون الجذر التربيعى على كل منهما. والمعروف بوصفه قانون بيبر **Piper**، فإن عتبة النصوع الخاصة بالاكتشاف تزداد بزيادة الجذر التربيعي لمنطقة المجال البصري بالنسبة إلى الإبصار. وتعد هذه القوانين الخاصة بالفروق فى الرؤية أساسية بل توحى بفكرة أساسية، هي: أن الرؤية تكون محدودة بالمبادئ الإحصائية. نظرًا لأن هذه القوانين تنطبق على ناتج أية فروق، وتسمح لنا الإحصاء أيضًا بالحكم على ثبات الملاحظات.

وتزداد حساسية العينين لمختلف مستويات شدة الضوء بزيادة الجذر التربيعي لأحجام المجال، تمامًا مثل حقول الذرة الخاصة بفيشر. وفيما يتعلق

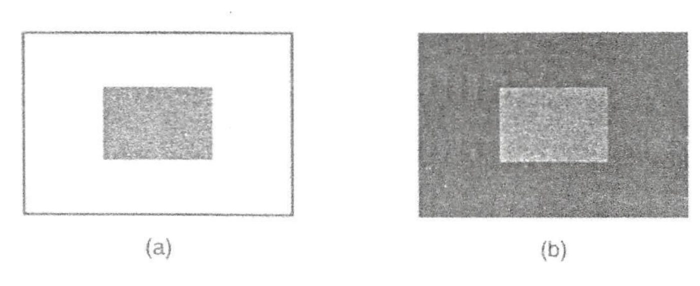
بالمقارنة بين المجالات، مثاليًا ينبغي لها أن تكون بذات الحجم، بسبب وجود دالة جذر تربيعي مزدوجة[1]. ويجب أن تكون هذه القوانين مهمة لتصميم مطبوعات واضحة مقروءة. وبالطبع فإن القراءة تكون أيسر في الضوء الناصع، بسبب وجود وحدات ضوئية أكثر، وتعمل الطباعة الأكبر مثل الحقول الأكبر في تجارب فيشر على المزروعات.

وغالبًا ما تحدَّد الحقول الزراعية بحدود معلَّمة بسياجات. فماذا يرسم حدود المجالات الشبكية؟ باستثناء بقع الضوء المحاطة بالظلام لا يعد هذا أمرًا بسيطًا، ونادرًا ما تُفصل الأشياء. إن تحديد الأشياء في منظومة منبهة على الشبكية يعد عملاً إدراكيا مهمًا. وهو يستعمل كل خدعة في الكتاب. كما يستعمل القوانين الجشطالية مثل قانون الإغلاق (إذ إن أغلب الأشياء البسيطة أشكال مغلقة)، وقانون المصير المشترك (إذ إن أجزاء معظم الأشياء تتحرك معًا). وأيضًا، فإن المعرفة النازلة بالأشياء تعد مهمة.

ماذا يحدث لعتبات النصوع في حالة وجود حدود؟ علميًا يصعب غالبًا أن نعرف أي البيانات تكون وثيقة الصلة وأيها يمكن تجاهله. ولابد أن تكون هناك مشكلة مشابهة في حالة الإبصار.

## خداعات التعارض أو التباين

هناك خداعات تعارض درامية خاصة بالنصوع وخاصة باللون. ويبيِّن الشكل رقم (١٣) خداع تعارض نصوع بسيط.




**شكل (١٣). تعارض النصوع: المربعات الداخلية بالنصوع نفسه، ولكنها تبدو مختلفة.**

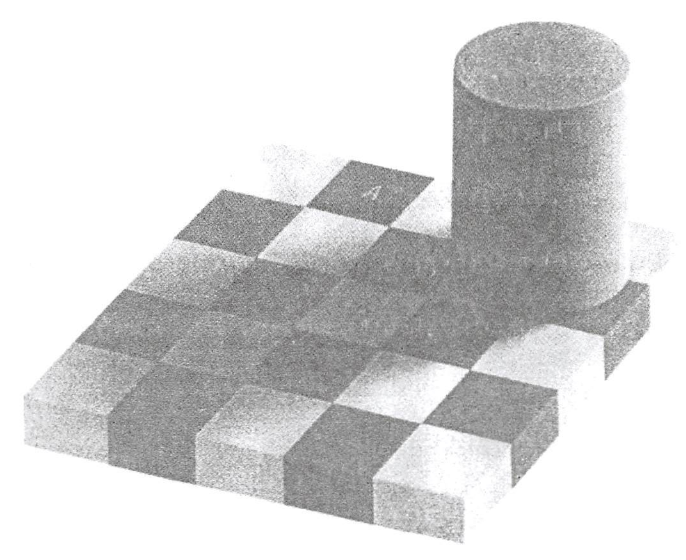
## الظـــلال

تجدر الملاحظة كيف يحكم الأبصار بين السطح المنعكس (الوضــــاءة) والإضاءة، وخصوصًا الظل. فالظلال تميل إلى أن تُتجاهل، لذا يبدو فــرق النصوع نفسه عند رؤيته بوصفه فرقًا منعكسًا من السطح أكبر مــن كونــه يرجع إلى الظل. ويُكتشَف هذا باستخدام غموض القلب فى الشكل رقم (١٨). إن المربعات المعلمة بالحرفين الهجائيين A وB في الشكل رقم (١٤) لهمــا القدر نفسه من النصوع عندما طُبعت بعد نظرة مختلفة. وذلك لأن أحــدهما يُرى على أنه في الظل. وتعد هذه مسألة احتمالات، موصوفة بالإحــصاءات البابيزية (pp.14-16). فالرسامون، سواء أكان ذلك بــشكل غيــر واع أم لا، يعطون هاديات للظل. فبمهارتهم يزيفون الاحتمالات.

## تعارض الألوان

تتأثر الألوان إلى حد كبير بالألوان المحيطة. وهذا يمكن أن يكون مفيدًا؛ وكمثال ربما يحتوي السجاد على ألوان عديدة من خلال عدد قليل من الأصباغ (انظر اللوحة رقم "١").

ويمكن رؤية الظاهرة نفسها بوصفها خداعًا أولاً، اعتمادًا على ما إذا كان يُساء فهم المرء. ونحن ندهش بفعل تغيرات النصوع واللون فى الأشكال السابقة، ولكن بالنسبة إلى رؤية تعويضات الأشياء لتغيرات النصوع واللون فإنها تقوم بإعطاء الأشياء نظرة مألوفة.




**شكل (١٤). لوحة شطرنج ذات أسطوانة تلقى ظلاً. المربعان A وB لهما القدر نفسه من النصوع، على الرغم من أنهما يُريان مختلفين تمامًا (Edward H. Adelson 1995).**

# حواشٍ ختامية

(١) تبيَّن هذا بواسطة: R. L. Gregory and V. R. Cane (1955), "A statistical information theory of visual thresholds", *Nature* 176:1272.

# الفصل الخامس (جـ)

## غموض القلب

هناك نظريتان شاملتان لسبب إنقلاب بعض الإدراكات: أن المخ قد أصابه السأم من إدراك معين، أو أن هناك مرشحين منافسين يبحثون عن موقع الأهمية. ويمكن أن تكون كل من النظريتين صحيحة، ولكن من المشوّق النظر لعدة ثوان إلى شكل مشابه لا ينقلب، ومن ثم عند انقلاب الشكل، يميل إلى تثبيته على هذا الخيار **(Hohwy, Roepstorff, & Friston, 2008)**. وكلما كانت الاحتمالات مهمة، فإن نوع التفسير شديد المعرفية يبدو ملائمًا.

ويتغير الإدراك عادة بالتغير فيما هو في الخارج. ولكن على نحو لافت للنظر، يمكن أن يكون هناك قلب تلقائى بين الإدراكات البديلة المختلفة للمشهد أو الشيء غير المتغير. ويمكننا القول بأن المخ يغير رأيه كلما فكر في الفروض البديلة لما هو في الخارج.

إن القرار الإدراكى الأساسي يكون بين ما هى الأشياء وما هى الخلفية بين الأشياء. ويُعرف هذا باسم "غموض الشكل والأرضية". وبصفة عامة نُرَى الأشياء في الحال، ولكن هناك مواقف لا يستطيع المخ فيها أن يحدد

رأيه، ومن ثم يكون هناك قلب تلقائي عندما تختفي الأشياء بشكل أساسي، جاعلة الأرضية تنبثق بعد عدد قليل من الثواني على أنها الأشياء.

وتعد هذه الظواهر مهمة جدًا لاستكشاف ديناميات كيفية عمل الإدراك. ويمكن استخدام غموض القلب لفصل الإشارات الحسية "الصاعدة" عن النشاط المخي "النازل". وسوف نواجه هذا في أماكن متنوعة، بما في ذلك تشوهات مكعب الأسلاك الغامضة الذي سنستخدمه في فحص عمليات القياس.

## الشكل والأرضية

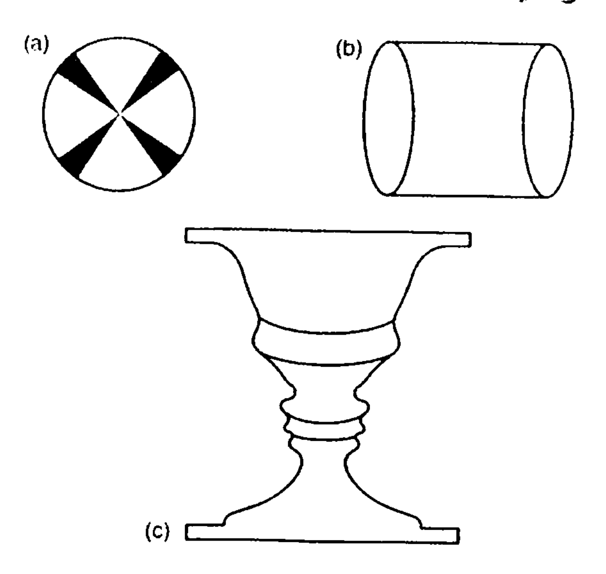
قدم عالم النفس السويدى إدجار روبين Edgar Rubin (١٨٨٦-١٩٥١) غموض الشكل والأرضية إلى دائرة الشهرة في وقت مبكر خلال العشرينيات من القرن المنصرم بأمثلة كتلك المقدمة في الشكل (١٥)[١].

وصف روبين الفروق بين الشكل والأرضية على النحو الآتي: "ما يُدرك على أنه الشكل وما يُدرك على أنه الأرضية ليس له شكل بالطريقة نفسها. فبطريقة ما، ليست للأرضية شكل" إذن:

لكي نصف الفرق الأساسي بين الشكل والأرضية من المفيد أن نضع المحيط في الاعتبار، والذي يُعرَّف بأنه الحد المشترك بين المجالين. ويستطيع المرء إذن أن يضع المبدأ الأساسي التالي: عندما يكون لمجالين حد مشترك، وترى أحدهما على أنه صورة والآخر على أنه أرضية، فإن الخبرة الإدراكية المباشرة توصف عن طريق أثر الشكل، الذى ينشأ من الحد

المشترك للمجالين والذي يعمل فحسب على مجال واحد، أو يعمل بقوة على أحد المجالين أكثر من الآخر.

وتمثل الصورة المجال الذى يتأثر جدًا بمعالجة الشكل هذه، بينما يمثل المجال الآخر الأرضية.




**شكل (١٥). الشكل والأرضية. ما هو الشكل، وما هي الأرضية؟ هذا الشكل يمثل "إنقلابًا" تلقائيًا عندما يحاول المخ أن يكوّن رأيه. ( من خلال إدجار روبين Edgar Rubin).**

ويضيف روبين:

**فيما يتعلق بالأرضية، يعد الشكل مؤثرًا أكثر، ومسيطرًا أكثر. فكل شيء بخصوص الشكل يتم تذكرة جيدًا، ويثمر تداعيات أكثر من الأرضية.**

ويقدم روبين ملاحظة مثيرة عن علم الجمال:

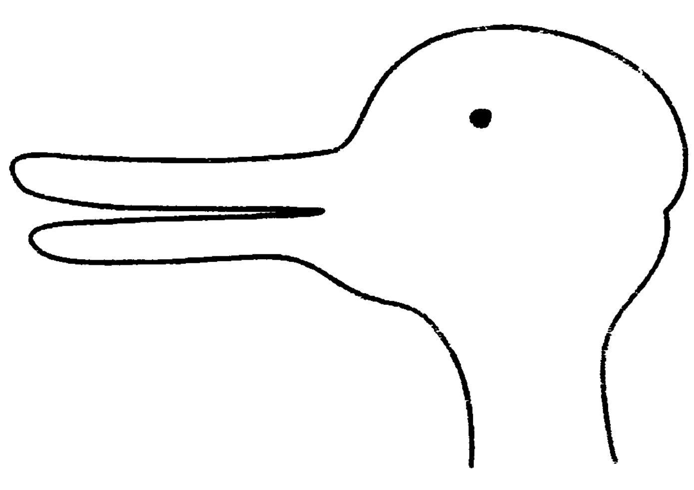
> إن الاستقلال الذاتى للشكل بالنسبة إلى الأرضية له أهمية بأن الشكل، مستقلاً عن الأرضية التى يقع عليها، يمكن أن يثير انطباعا جماليًا. وعلى العكس من ذلك، فإن الشكل الموضوعي الذى يشكل الأرضية لا يختلف جماليًا عادة ... جدير بالذكر أنه لا يلعب دورًا صغيرًا في الفن إلى حد ما. فعندما ينجح المرء في المرور بخبرة كأجزاء الشكل التى يُخطط لها أن تكون أرضية، فإنه قد يرى أحيانًا أنها تشكل صورًا مثيرة جماليًا للاستياء. فإذا كان المرء لديه سوء حظ في صور سيستين مادونا Sistine Madonna حتى يرى الأرضية على أنها الشكل، فسوف يرى مخلب سرطان يمسك بسانت باربارا، وجهاز آخر يشبه الكماشة يقبض على الراعى المقدس. وتعد الأشكال بالكاد جميلة.

ويعد الانتباه ("القصد الشعوري") عاملاً. حيث تميل الملامح الأفقية والرأسية إلى استثارة الشكل. ويحدث قلب للصورة والأرضية في المواقف العادية على الرغم من أنه لحسن الحظ (بقدر ما يكون خطيرًا) يعد نادرًا. وتولِّد دراسة هذه الظواهر خبرة قلب تلقائية.

## قلب الأشياء

يمكن أن يتغير الشيء، أو الشكل، تلقائيًا إلى شيء ما آخر. ويتمثل الشكل الشهير في الزُهرية والوجوه لروبين والبطة والأرنب لجاسترو. فمنقار البطة يتحول إلى أذن الأرنب. وتُهمَل العين تقريبًا عند عدم الصلة بالبطة. ويعد هذا الرفض للبيانات الحسية عندما لا تلائم الفرض الإدراكى الحالي- جزءًا

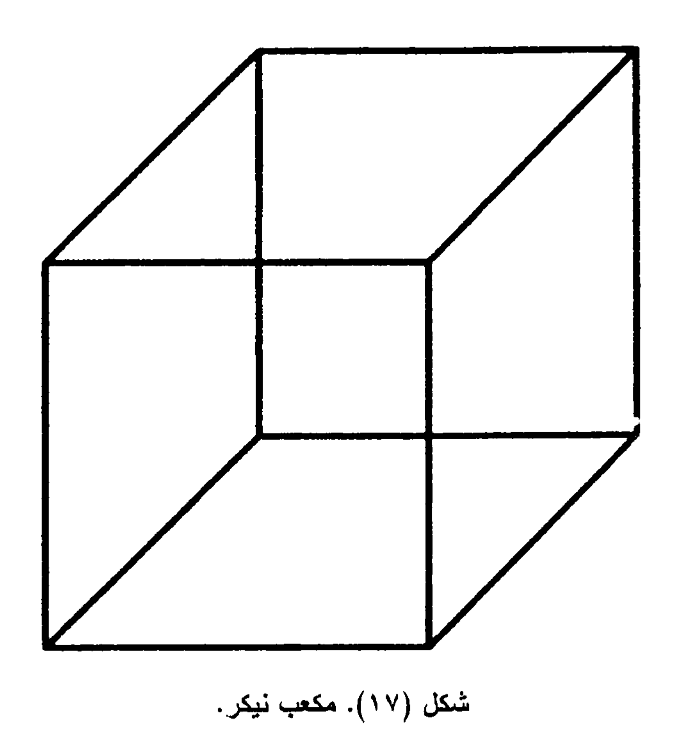
من ديناميات الإدراك. ويمكن أن يحدث هذا أيضًا في العلم، عندما تبدو البيانات غير وثيقة الصلة بالموضوع أو متعارضة إلى حد ما.



**شكل (١٦). البطة والأرنب لجاسترو.**

ويتمثل المثال الشهير الآخر في الفتاة والعجوز لبورنج. فبقدر بسيط من التمرين، يستطيع المرء أن يقوم بهذا التبديل حينما يشاء، عن طريق النظر إلى المناطق الموحية أكثر في الفتاة أو في العجوز.

وغالبًا ما تبدأ حركة العين عملية القلب، ولكن التغير الجسمي غير مطلوب بالضرورة. ويمكن تثبيت الصورة الشبكية لقلب الشكل على أنه صورة بعدية، عن طريق إضاءة الشكل بوميض إلكتروني في الظلام. وعلى الرغم من أن الصورة البعدية الناتجة للشكل الغامض يتم تثبيتها تمامًا على الشبكية، فإنها سوف تنقلب تلقائيًا.



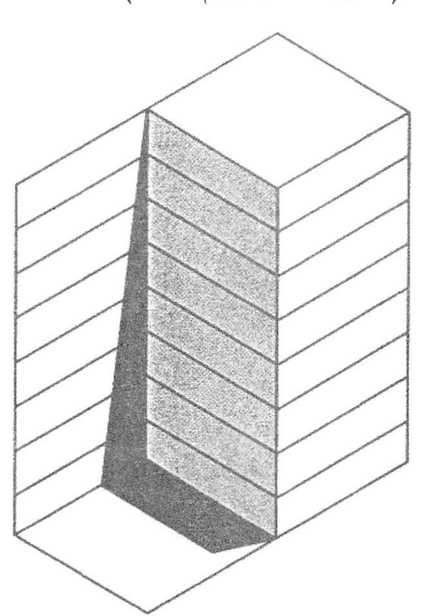
شكل (١٧). مكعب نيكر.

## قلب العمق

يتمثل القلب الشهير جدًا للشكل في عمق في مكعب نيكر (انظر الشكل رقم "١٧"). لقد اُكتُشف هذا عام ١٨٣٢، بواسطة الرسام البلوري السويسري ن. أ. نيكر N. A. Necker، حينما كان يرسم بلورات على شكل معين تحت المجهر. وكان مندهشًا عندما فشل رسمه فجأة في مضاهاة البلورة الموجودة في مجهره! إحداهما قُلِبت.

## ركن ماخ

هناك كثير من الظواهر المرتبطة موضع اهتمام كبير. فقد قدم عالم الطبيعة الألمانى إرنست ماخ Ernst Mach (١٨٣٩-١٩١٦) مثالاً لقلب العمق في حالة التغير المرتبط بالإحساس - النصوع. ويعد هذا دليلاً على أنه حتى الإحساسات الأساسية البسيطة يمكن تعديلها عن طريق التعديل النازل من خلال اللحاء (انظر الشكل رقم "١٨").



**شكل(١٨). ركن ماخ. عند قلب هذا الركن في عمق يمكن أن تتغير المنطقة المظلمة من الظلام إلى الضوء.**

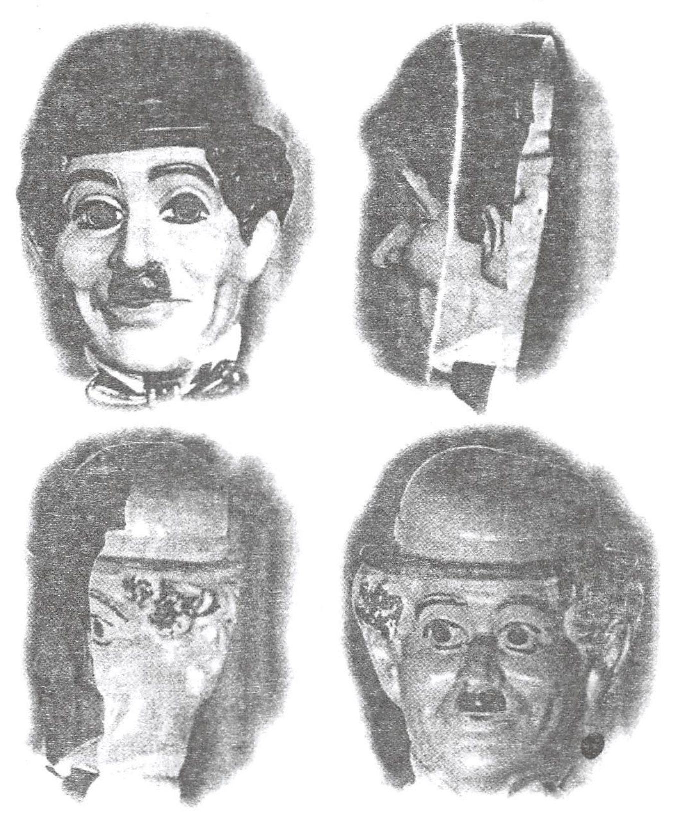
وعندما يكون المُقلب "في" المنطقة الرمادية يتعاظم احتمال أن يكون ظلاً، عما عندما يكون الركن "خارجها"، وعندما يزيد احتمال أن يكون علامة على السطح. وعلى ما يبدو فإنه يظهر أشد إضاءة عندما يُرى على أنه ظل، على الرغم من ميل الظلال لأن تُرفض بصريًا، نظرًا لأن الأشياء المغايرة لا يمكن معالجتها أو استخدامها. وعندما يمكث الركن خارجًا، فمن المحتمل جدًا أن هذه المنطقة تمثل سطحه. وعلى الرغم من أنه لا يوجد هناك تغير فيزيائي فإنه يبدو أشد ظلامًا عندما يكون "نحو الخارج" وأشد ضوءًا عندما يكون "نحو الداخل"؛ على الرغم من احتمال تغير السطح أو الظل. وهذا يفيد الركن الحقيقي (لنقل كارت عيد الميلاد أو قائمة بألوان شتى من الأشياء) ذا الظل الحقيقي.

## الوجه المجوف

يتمثل المثال المثير للغاية لاحتمال السيطرة على غموض العمق في الوجه المجوف (انظر الشكل رقم "١٩"). "يأبى" قناع الوجه المجوف أن يبدو مجوفًا – وكأن الوجه المجوف غير محتمل تمامًا – مالم يُرى مغلقًا بكلتا العينين.

ويعد هذا توضيحًا فعالاً جدًا لقوة المعرفة النازلة. فهي تسيطر على المعلومات الصاعدة من العيون عن البنية والمنظور وحتى المعلومات المجسمة القوية. ومن المشوِّق النظر إلى الوجه المجوف عن كثب، بعينين مفتوحتين، ثم نتراجع ببطء. سوف يظهر مجوفًا بشكل صحيح من قريب، ثم ينقلب إلى محدب من بعيد إلى حد ما. هنا يحفر المرء المعرفة النازلة عن

الوجوه العادية قبالة الإشارات الصاعدة الخاصة بهاديات العمق. وعند "نقطة الانقلاب"، يتوازن الصاعد والنازل. وتتغير نقطة التوازن إذا انقلب القناع رأسا على عقب معكوسًا في عمق بعيد إلى حد ما، على الرغم من أن المعرفة النازلة تكون أضعف فيما يتعلق بالوجه المجوف رأسًا على عقب **(Hill & Bruce, 1993)**.



**شكل (١٩). الوجه المجوف. "يأبى" القناع المجوف أن يبدو مجوفًا، نظرًا لأن الوجوه المجوفة ببساطة غير ممكنة ألبتة.**

## التنافس الشبكي

عندما تختلف الصور الموجودة في كلتا العينين، فإنه لا يمكن "دمجها" عن طريق المخ. عندئذ تمر بخبرة "المنافسة" **rivalry** الديناميــة - فتتغيــر الصور أو الألوان أو أيا ماكان. ويمكن أن تثبِّــت المحيطــات المــشتركة المندمجة بطريقة أو بأخرى تجانس الألوان. وهذا يسمح للصور المجــسمة المركبة من اللونين الأحمر والأخضر أن تعمل.

وثمة دليل على أن كلتا العينين تستمران في إرسال إشارات إلى المخ أثناء المنافسة (فهي لا تكفّ)، منافسة لكون الظاهرة من "مــستوى عــال"، حينما تحاول مراحل المعالجة المتأخرة أن تكون ذات معنى بالنــسبة إلـــى المدخلات المتعارضة. ولا يبدو أن هناك ظواهر متشابهة فيما يتعلق بالأذن أو فيما يتعلق بأية حاسة أخرى.

## التبديل اللفظي

يمكن أيضًا أن تكون الحواس الأخرى غامضة على نحو دينامي. فإذا تكررت الكلمة عدة مرات، خصوصًا بدون انقطاع، فإنها سوف تتحول إلـــى كلمات أخرى. ويمكن أن تؤدى الإدراكات البديلة إلى تغيير وطأة الإيقــاع، أو النبرة أو إلى لغة مختلفة. وهذا يمكن تحقيقه مع دائرة الشريط، أو علـــى الحاسوب، لكى نتأكد أن الكلمة المتكررة لا تتغير فيزيائيًا. وهى تعمل جيـــدًا في حالة بعض الكلمات مقارنة بالأخرى. والكلمـــات الجيـــدة هـــى "فيـــل" و"طوار". ويأبى اسم المرء أن ينقلب(٢).

## ماذا تعني ظواهر "القلب"؟[٣]

ماذا يجعل بعض الأشياء، أو الأشكال أو الأصوات، غامضة على نحو دينامي؟ يزداد القلب التلقائي بزيادة التمرين. وهو يمثل البدائل الممكنة التي تميل إلى الانتقاء[٤]. ويعد كأنه بدائل، باحتمالاتها النسبية، يتم تخزينها في المخ، منتظرة الأجنحة لكي تتحدى الإدراك الحالي. فبعد النظر إلى الأشكال الغامضة لعدة أسابيع، وجدت أشياء مجسمة مثل المباني العيانية تنقلب أمام عيني. ويعد هذا مقلقا، ومما لا شك فيه أنه خطير في حالة قيادة السيارة أو الطيران.

لقد ناقش الفيلسوف النمساوي لودفيج فيتجنشتاين **Ludwig Wittgenstein** بعض هذه الظواهر، متسائلاً عما إذا كانت تعد تغييرات في الإدراك أو في التفسير[٥]:

> ولكن كيف يكون ممكنًا أن نرى شيئًا حسب التفسير؟ ما يمثله السؤال كأنه حقيقة غير مألوفة، كأنه شيء ما يُجبر على أن يكون شكلاً غير ملائم واقعيًا. ولكن لا يحدث هنا بالقوة ولا بالجبر.

أليست هناك قوة أو جبر؟ ربما يكون الأمر كذلك على أية حال، إذ يضيف فيتجنشتاين:

> وهل هو انطباع مختلف واقعيًا – لكي أجيب عن هذا السؤال ينبغي لي أن أسأل نفسي عما إذا كان هناك شيء ما مختلف حقًا فيّ. ولكن كيف أستطيع أن أكتشفه؟ – إنني أصف ما أرى بشكل مختلف.

هنا يأتي علم المخ الحديث للعون. فقد وُجِد أن خلايا المخ في الجهاز البصري تثور تلقائيا بفعل إقلابات الإدراك، التي يتغير موضعها. لقد كانت هناك تغيرات في مخ فيتجنشتاين. ويؤول تقديره الآن بشكل غريب إلى حد ما مثلما يُعتقد حينئذ في الرؤية والتفسير على أنهما مختلفان تمامًا، على الرغم من أننا ربما نعتقد الآن أن التفسير يعد جزءًا من كيفية عمل الإدراك.

## الغموض في الرسوم الزيتية

دعنا ننظر إلى بعض مبادئ الإدراك الواضحة في الرسوم الزيتية.

تعد لوحة، إله الفصول، نموذجية بالنسبة إلى رسوم أركيمبولدو **Arcimboldo** للوجوه[٦] باستخدام ثمار المحاصيل. وعلى ما يبدو فإنها تمثل كلاً من ثمار المحاصيل والوجوه (انظر الشكل رقم "٢٠"). وعلى الرغم من أن هذا مستحيلا بالنسبة إلى شيء "واقعي"، فإن هذه الأشكال من الغموض تعد مهمة لتوضيح كيفية ابتكار الأشياء المرئية على أنها إدراكات من خلال كثير من الهاديات وكثير من المعرفة.

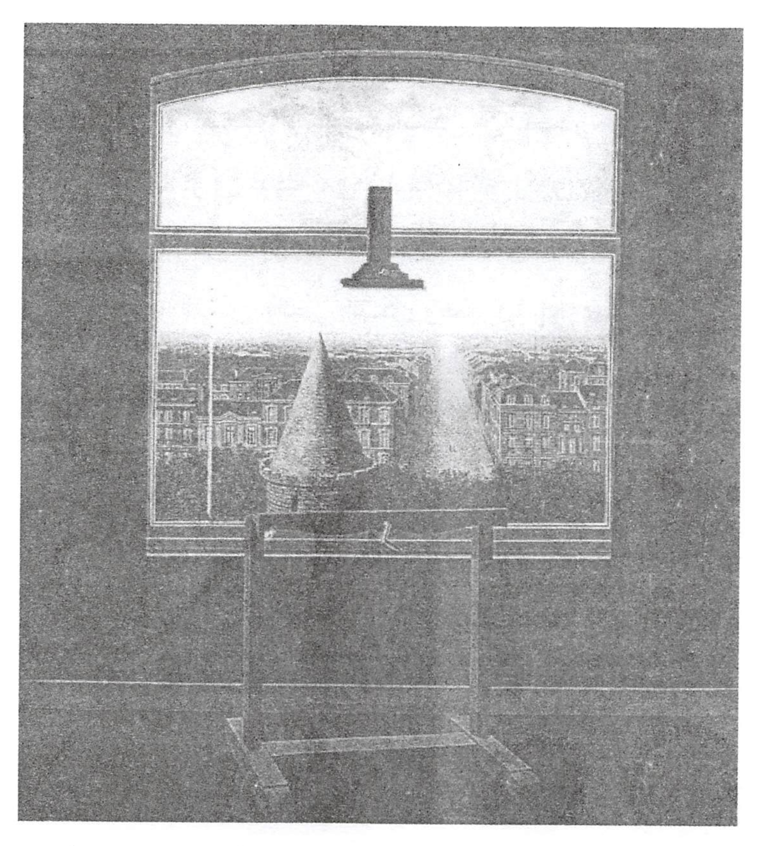


شكل (٢٠). إله الفصول لأركيمبولدو (١٥٩٠ أو ١٥٩١). زيت على الخشب

.Skoklosters, Slott, Balsta, Sweden

تحتوى لوحة متنزهات إقليدية لماجريت (انظر الشكل رقم "٢١") على ملمحين ذوي أشكال متشابهة، على الرغم من أنهما يبدوان شكلين مختلفين تماما. فإلى اليمين طريق يمتد إلى مسافة معينة. وإلى اليسار شكل مشابه ولكنه شيء مختلف تماما، برج على شكل قبة كنيسة. يشير هذا الشكل المتقارب بصفة عامة إلى العمق عن طريق المنظور. لقد تعلم رسامو عصر النهضة هذا لأجل إظهار العمق في الصور، على الرغم من أن الأمخاخ قد عرفت هذا خفية منذ ملايين السنين.

هنا، تستخدم ماجريت هادية العمق هذه في منظور الالتقاء لكى تمثل الطريق الممتد إلى مسافة معينة، على الرغم من أن برج الكنيسة ذى الشكل نفسه يبدو عموديا. ويتم إبطال القاعدة المنظورية عن طريق معرفتنا بالشيء عن البنايات. ومن المشوق أن نحجب أجزاء من الصور ونرى ما يحدث. فماذا يحدث إذا أزيل البرج؟



**شكل (٢١). الطريق وبرج الكنيسة لماجريت. متنزهات إقليدية.**

تعد لوحة الصياد لهوجـارث **Hogarth** (انظـر الـشكل رقـم "٢٢") الصورة التي أعرفها منذ وقت مبكر عن فنان يلعب بقواعـد الإدراك لكـى يبتكر مفارقات. فكلما أطال المرء النظر إليها؛ ظهر الشذوذ. فعلـى سـبيل المثال، يجب أن تكون سفينة الشحن على المسافة نفسها مثل شمعة العجـوز عندما تتماسان؛ على الرغم من أن هاديات العمق توحي بأن المرء يعد بعيدًا جدًا. وعلى هذا فإنه يعد تاليًا في القرب عند المسافة ذاتها وربما أبعد. وهناك صور أخرى من الصراع والغموض في اتجاه الصياد.

تلك هى المعرفة الإدراكية؛ ولكنها قد تختلف عن المعرفة المفهومية، ولذا فإن ما نراه (أو نسمعه أو نلمسه) يمكن أن يتصارع مع ما نعرفه. فعلى سبيل المثال، عندما نرى عجلة من زاوية مائلة يكون لها ظهور القطع الناقص: على الرغم من معرفتنا أو اعتقادنا بأنها دائرية. وكونها دائرية يتطابق مع جريانها السلس (انظر الشكل رقم "٢٣").




**شكل (٢٢). كليشيه هوجارث. الصياد.**



**شكل (٢٣). الظهور والحقيقة في العجلات. فمن زاوية مائلة جدًا يكون للعجلة ظهور القطع الناقص على الرغم من معرفتنا أنها دائرية. (إذا جرت بشكل سلس فإن تصرفها يؤكد أنها دائرية؛ أما إذا ارتطمت أثناء الليل، فإننا ربما نشك في كونها دائرية!).**

يجعل الإدراك الجهود الفاترة نوعًا ما توجِّه المظاهر الخارجية نحو الواقع "الموضوعي". فإبصار اللون يأخذ في الحسبان نوع الضوء، لذلك تُظهِر الأشياء اللون نفسه تقريبًا، على الرغم من تغير الضوء. فتُرى العجلة البيضاوية المائلة على أنها دائرية أكثر من صورتها الشبكية. فتظهر قضبان السكة الحديد متوازية تقريبًا أكثر مما تكون عليه داخل العين.

والجدير بالذكر أن الإدراكات البديلة في غموض القلب تبدو "حقيقيـــة" على نحو متساو، على الرغم من أن المرء ينبغي له على الأقل خداعه. وهذا يعني أننا لا نجيد تعرّف الخطأ مـــن الـــصواب، فيمـــا يتعلـــق بـــالإدراك أو الاعتقاد.

# حواش ختامية

(١) E. Rubin, *Visual wahrgenommene figuren* (Cambridge: Gyldendalske, 1921.

(٢) تُرجم وأُعيد طبعه في D. C. Beardslee and M. Wertheimer, *Readings in perception* (Prrinceton: Van Norstrand, 1958), 194-203. كان المقال الأول عن التبديل اللفظي: R. M. Warren and R. L. Gregory (1958). "An auditory analogue of the visual reversible figure", *American Journal of Psychology* 71: 612-613.

(٣) انني أناقش أهمية الغموض بتوسع شديد في *Mind in science* (London: Weidenfeld & Nicolson, 1981), 383-407.

(٤) لقد وجد جون هاريس John Harris أن منظور مكعبات نيكر، وما إلى ذلك، يميل لأن يُرى بشدة في الغالب في توجهات تشير إلى المنظور. ويعد هذا محايدا في الأشكال المعيارية. ويستخدم الفنان باتريك هوجز Patrick Hughes ضمادة المنظور العكسي داخل وخارج أجزاء صورة لإعطاء خداعات قوية بالحركة العكسية.

(٥) Ludwig Wittgenstein, *Philosophical investigations* (1953).

(٦) ولد جيوسب اركيمبولدو Giuseppe Arcimboldo في ميلان، حوالي عام ١٥٢٧، منتهيا به الأمر إلى العمل كرسام في المحكمة لدى الأمير تشارلز Charles دوق النمسا. ويعد مشهورا بوجوهه، التي يزينها بأشياء اخرى ثمار المحاصيل، الكتب ... إلخ. لقد كان رساما مترفا وكان مبجلا إلى حد بعيد في زمانه.

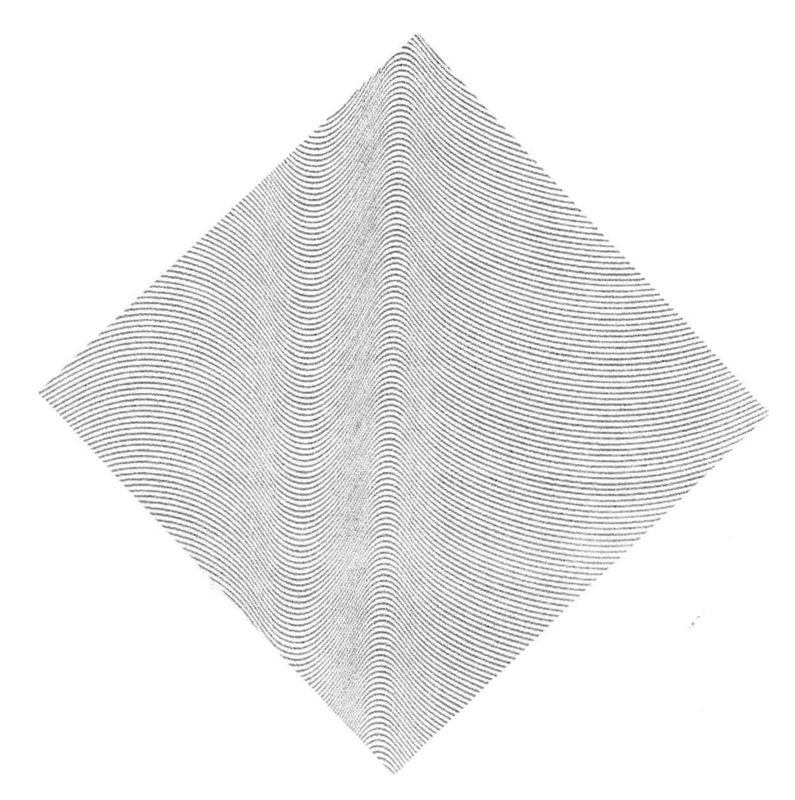
## الفصل الخامس (د)

# عدم الثبات

## الفن البصرى، وكل تلك الموسيقى الراقصة

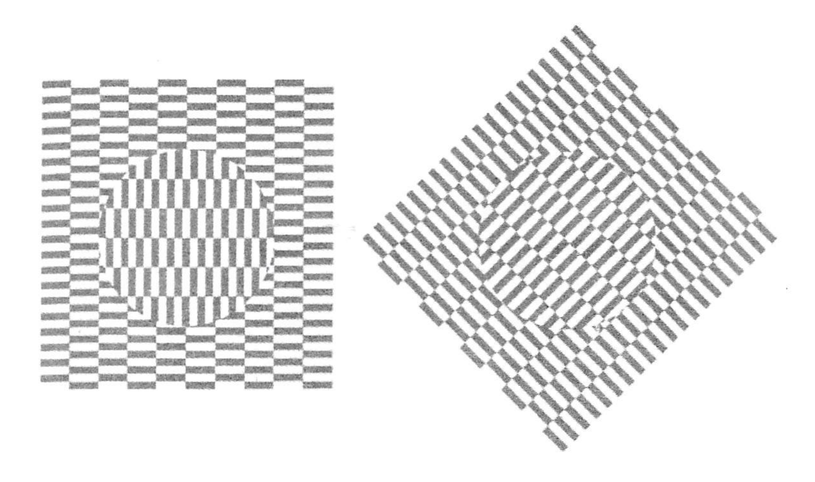
يمكن أن تُنتج المنظومات المتكررة موسيقى بصرية راقصة Visual jazzing. لقد قدمت الفنانة بريدجيت ريلى Bridget Riley هذه الظاهرة المعروفة في الكثير من صورها الفنية البصرية الدرامية (انظر الشكل رقم "٢٤").

تدور حاليًا مناقشات حول سبب الموسيقى البصرية الراقصة. وبالطبع يمكن أن يكون هناك أكثر من سبب. فعالم الكهرباء العصبية الشهير سمير زكى يعتقد أن هذه المنظومات تنبه مباشرة مناطق بالمخ في المنطقة اللحائية المعروفة باسم v5، لإنتاج إحساسات بالحركة حتى على الرغم من عدم وجود حركة في المنبهات. إن خبرة الحركة بدون أي شيء يتحرك فعلاً غير معروفة. فهى تنطبق على الأثر البعدى للحركة، كما تنطبق على الحركة الظاهرة لظاهرة فاي. وهكذا فعلى الرغم من أنه يبدو من غير المحتمل أن هذه المنظومات الخاصة ينبغى لها أن تنبه أجهزة الحركة في المخ، فإن ظهور حركة بدون حركة فعلية يمكن أن يحدث. وهناك، على أية حال، رواية بديلة، مؤداها: وجود حركة على الشبكية من خلال رجفة العين، وتعقب العدسة أيضا من أجل التكيف، مما ينبه جهاز الحركة، خصوصا من خلال الخطوط أو القضبان المتكررة عالية التعارض.



**شكل (٢٤). فن بريدجيت ريلي البصري.**

عندما تسكن المنظومة للحظة على الشبكية، فإنها تنتج صورة بعدية قصيرة، أي "خفقات" في الصورة المتحركة المزاحة بشكل طفيف، مانحة منظومات مواريه **Moiré** الدينامية. ويمكن رؤية هذا المبدأ عن طريق مادة مركبة من زوج من الشفافات العلوية المتماثلة وتتحرك إحداهما عبر الأخرى. وتُرى الأشكال الأقحوانية نفسها كما في ماك كي ريز **MacKay Rays**[١]. والمهم في الأثر الموسيقى الراقص لا تمثِّل الأشكال الخاصة شيئًا مهمًا؛ وأي الأشياء تتكرر، الخطوط عالية التعارض القريبة من بعضها[٢].



**شكل (٢٥). خداع أوشي (Hajime Ouchi, 1977). يطفو القرص المركزي مستقلاً عن الخلفية.**

تُرى آثار جديرة بالملاحظة في حالة صورة بعدية ليد المـرء، عنـد رؤيتها في الظلام. أَسقط ضوءًا على يدك باستخدام وميض كاميرا إلكترونية ناصع، ثم شاهد صورتها البعدية المركبة على يدك غيـر المرئيـة، بينمـا تحركها أو تدورها ببطء، فماذا يحدث؟ على الرغم من أن الصورة الـشبكية البعدية تكون ثابتة (مشابهة لصورة فوتوغرافية ساكنة في عيني المرء) فإنها تُرى متحركة، أحيانًا تظل مسجلة مع يدك غير المرئية المتحركة. في حالـة انقطاع الحركة الكبيرة لليد، ينقطع الإبصار عن اليد المحسوسة باللمس.

تحدث آثار مشابهة إذا كان المرء يجوب على مهـل صـورة بعديـة لحجرة غير مرئية مظلمة فهى تصبح مطاطية بشكل غريب، مما يغير الشكل كلما تحرك المرء، فالمرء يرى بشكل واضح ثبات المقياس الدينامي، الـذي يمنح الثبات بشكل عادي عن طريق تعويض التغيرات في الصور الـشبكية

كلما تحرك المرء؛ إلا أن التعويضات هنا تخلق عدم ثبات، كما أنه لا توجد تغيرات في الصورة البعدية كي يتم تعويضها. وهكذا فإننا نرى التعويضات المصممة لكى توقف الحركة كلما تحركت.

## تنس الطاولة الخادع

لاحظ دونالد ماك كي **Donald MacKay**، أنه عند النظر إلى سلوك الصمامات الرفيعة في حجرة مضيئة بطريقة ستروبوسكوبية (ومضات ضوئية قصيرة يتكرر تقديمها بما مقداره عشر مرات في الثانية)، حينما كان يحرك عينيه بدت الأسلاك المتوهجة باستمرار تتحرك إلى الجانب الآخر، بشكل مستقل عن المصابيح الزجاجية التى كانت بداخلها.

يعد الأثر الآتي مثيرًا وممتعًا. فإذا وُضع ضوء مستمر (مثل دائرة إلكترونية يمر خلالها الضوء) في وسط مضرب كرة تنس طاولة، مضاء بمصباح ستروبوسكوبي[٣]، فإن الضوء يتحرك إلى الجانب الآخر، تاركًا المضرب. ويعد هذا الأثر اللافت للنظر أكبر عندما يتحرك بشكل غير قابل للتنبؤ به، بواسطة شخص ما آخر، ومن ثم لا تستطيع العينان أن تتعقبا حركاته بدقة. وفي حالة مضربين من هذه المضارب، نستطيع أن نلعب لعبة تنس الطاولة الخادعة!

يتمثل ما يوضحه هذا الأثر في فصل القنوات البصرية الخاصة بالموضع عن تلك الخاصة بالحركة. وعادة ما تتفق بدون أية فروق

ملحوظة؛ ولكن الومضات الستروبوسكوبية تفشل في تنشيط قنوات الحركة، على الرغم من أن التغيرات في الموضع تبلغ إشارات عن الضوء المتصل. وهذا يخلق تناقضًا ظاهريًا لافتًا للنظر في تغير الموضع بدون حركة. وعلى الرغم من أنه مستحيل فيزيائيًا فمن الممكن المرور بالخبرة، التي تبين خصائص القنوات البصرية، المتحررة من فيزياء الأشياء(٤).

## قلم الرصاص المتذبذب

تمسك اليد بطرف القلم الرصاص بين الإصبعين بشكل غير محكم، وتتذبذب صعودًا ونزولاً بسرعة. وفي الضوء الخافت على وجه الخصوص، سوف يبدو أن القلم الرصاص مصنوع من المطاط. فهل فصل الحركة عن الموضع ينقل إشارات أيضًا؟ يؤدى الضوء الخافت إلى زيادة تأخير نقل الإشارات، المرتبطة بالتكيف مع الظلام. وعلى سبيل الإمكان تتأثر قناة الموضع أكثر من قناة الحركة عن طريق زيادة التأخير هذه.

## الطاحونة الهوائية المتذبذبة

من المشوّق النظر من مسافة قريبة جدًا، إلى ريش المروحة الدوارة في مولد الرياح العملاق الذى ينتج الكهرباء في مزرعة تعمل بطاقة الرياح. وتبدو ريش المروحة ملتوية عند رؤيتها من زاوية مائلة (حوالى ١٠ درجات عن المعتاد)، وكأنها مصنوعة من المطاط. ويعد هذا غريبًا على نحو خاص، مثلما يعد بناءً دوارًا صلبًا مصمتًا.

ولنهايات ريش المروحة الضيقة الطويلة سرعة ثابتة بالنسبة إلى العينين عند النظر إليها عادة؛ ولكن من زاوية مائلة، فإن سرعة كل ريشة على الشبكية تزيد وتنقص، من الزاوية الرأسية إلى الزاوية الأفقية، ناقلة إشارة بتغير السرعة في العينين، مع أنها في ظل المعرفة لها دوران زاويّ ثابت. ويمكن أن تظل المعرفة متصلبة ضد التغيرات في إشارات السرعة؛ أو أن هذه يمكن أن تسبق المعرفة إلى الخضوع، حسب أيهما أقوى.

## التنافس الشبكي

تعطى العينان، اللتان تعملان معا، عمقا ستروبوسكوبيًا عندما تكون هناك فروق أفقية صغيرة بين "النقاط المتماثلة" في العينين و"الصور". وكما أن العينين منفصلتان أفقيًا، فإن صورهما تكون من أماكن نظر مختلفة بشكل طفيف.

حاول النظر إلى قلم رصاص في وضع رأسي. بعين واحدة، ثم بالعين الأخرى. فسوف يبدو أنه يتحرك، عكس الأشياء الأبعد. ويزيد الفرق بين صور العينين كلما ازداد الشيء قربًا. ويستخدم الفرق الأفقي ("التباعد") بواسطة المخ البصري لنقل إشارة عن العمق الستروبوسكوبي. وتشكل الصور ثلاثية البعد عن طريق تقديم التباعدات نفسها في أزواج من الصور، مقدمة صورة لكل عين، بستروبوسكوب من نوع ما. ويمكن إرسال الصور إلى كل عين بعدسات دمج الأحمر والأخضر. وعندما تدمج الصور فإنها تظهر في عمق ثلاثي البعد مثير[٤].

هناك حد للتباعد الذى يمكن أن يتم عنده الدمج عن طريق المخ. وما يُعرف بـ "حد بارنام" **Parnam** يعادل حوالي درجة واحدة حادة الزاوية. ويفشل المخ في دمج الصور في حالة الفروق التى تزيد على هذا الحد. عندئذ، نرى بصفة عامة "تنافسًا" ديناميًا بطيئا عندما ترفض إحدى العينين ثم الأخرى، ثم تقبل وتضم مختلف أجزاء مجالاتها البصرية. ويعد أثر التغيير الدينامي البطيء هذا مثيرًا جدًا للضيق.

ويحدث التنافس الشبكى أيضًا عندما يُقدَّم للعينين مقادير مختلفة من النصوع أو ألوان مختلفة. ومن المدهش حقا أن العدسات الحمراء والخضراء المستخدمة تشغل السينما ثلاثية الأبعاد (صور ذات لونين تبدو ثلاثية الأبعاد عند النظر إليها من خلال نظارات خاصة) أيضا. وعلى نحو لافت للنظر، فإنها لا تنتج تنافسًا من خلال فرق اللون عندما تكون هناك ملامح متماثلة فى الصورتين المدموجتين بواسطة المخ. حاول النظر إلى حائط بيضاء بالعدسات الحمراء والخضراء؛ سوف يكون هناك تغيير في بقع الألوان غير المدمجة. ثم انظر إلى المحيطات المشتركة، سوف ينقطع التنافس. فقط لا يُعرف لماذا تمنع المحيطات المدمجة التنافس اللوني. ولن تندمج التعارضات شديدة النصوع، مثل الخطوط البيضاء لإحدى العينين والخطوط نفسها ولكن سوداء للعين الأخرى (أو صور فوتوغرافية إيجابية وسلبية في مجسام)، وسوف تعطي بالكاد رؤية ثلاثية البعد. ويحدث التنافس عندما لا تكون الصور المدمجة ذات معنى.

## البريق

يؤدى البريق الدينامي لسطح المعدن المصقول اللامع إلى التنافس الشبكي. ومن غير الممكن في حالة السطح غير اللامع، أن تتغير مناطق النصوع الموضعية قليلاً بفعل التغير البسيط في زاوية الرؤية. وتتمثل الفروق في النصوع في العينين في مواضع مختلفة تمامًا فيما يتعلق بالاندماج. وتصل الورقة الذهبية إلى بريقها المثير بفعل التنافس الشبكي من خلال فروق النصوع الموضعي، وهكذا فباستخدام عين واحدة تُرى باهتة.

## تماثل الإضاءة

هناك صور جديرة بالملاحظة من فقدان الإدراك البصري عندما يكون هناك تعارض لوني وليس تعارض نصوع. يُطلَق على هذه الظاهرة اسم تماثل الإضاءة. (أو، حتى نتحاشي مزج اللاتيني مع الإغريقي، تساوى الإضاءة). وفي حالة التعارض اللوني فحسب تبدو الحواف غير مستقرة، وتصعب قراءة الحروف، ويفشل تشبيه الوجوه المشكلة من نقط حمراء وخضراء متساوية النصوع بالوجوه العادية. ويعد هذا جديرًا بالملاحظة عندما يشبه أى شيء تقريبًا وجهًا! كذلك، تُمحَى الحركة تمامًا تقريبًا، وتختفي نقط جوليتز العشوائية المجسمة. ويُتلَف العمق بصفة عامة(٦).

هناك، أيضًا، فقدان في خداع تشوه حائط المقهى (انظر الشكل رقم "٣١"). ويمكننا أن نخمن أن هذا ربما يرتبط بـ "غلق الحدود". فعنما يعمل

الإبصار بقنوات متوازية عديدة -- نقل إشارات عن الموضـــع، والحركــة، والعمـــق المجـــسم، ومـــا إلـــى ذلـــك، علـــى نحـــو منفـــصل - لابد أن تكون هناك مشكلة في التسجيل. وهذه المشكلة تكون واضـــحة فـــي طباعة الألوان.

وفي حالة تساوي الإضاءة يكون هناك فقدان لإدراك الشكل، وللحركة، وللعمق المجسم على نحو خاص. وهناك بحـــوث موســـعة علـــى الأســـس الفسيولوجية لصور الفقدان الإدراكى المثيرة هذه، عنـــدما لا يكـــون هنـــاك نصوع ويكون هناك فحسب فروق في اللون. فعندما يكون إبصار اللون لدى الثدييات موجودًا فقط لدى الرئيسيات، فعلى ما يبدو أنه يمثل تطورًا نـــشوئيًا متأخرًا متخذًا سبيلاً متعرجًا إلى إدراك الشكل القديم جدًا، مثل الرسم بطريقة الأعداد. ولقد فحصت الفسيولوجيا المتضمنة في ذلك تفصيلاً(٧).

## خبرات الحركة

تجدر ملاحظة أن "الواقع الافتراضي" للمـــخ عـــن عـــالم الأشـــياء، المستحضر من الصور الشبكية والمعرفة بالشيء، عادة مايعد ثابتًـــا جـــدًا. ولكن هناك مواقف تتحرك فيها الأشياء الساكنة. ربما يكون المثال المـــألوف جدًا هو عدم الاستقرار المرتبط بالكحول الوافر. إذ يرتبط فقدان الاســـتقرار هذا بـــ "أثر الحركة الذاتية".

## أثر الحركة الذاتية

عندما يُلاحظ ضوء خافت صغير لعدة دقائق في حجرة مظلمة، فإنه يبدو أنه يتحول فجأة لمواجهة سبيل آخر، عادة في مسار عشوائي تمامًا. فإذا، على أية حال، كان يصعب على العينين أن تظلا في اتجاه واحد، ومن ثم تُركَّزان، فإنه تكون هناك حركة ظاهرة ملحوظة في أحد الاتجاهات، عادة الاتجاه المقابل، تبقى لعدة ثوان.

وغالبًا ما يُعتقَد أن أثر الحركة الذاتية إنما يرجع إلى حركة العينين؛ ولكن الأمر ليس كذلك، على الرغم من أنه يرتبط بجهاز حركة العينين. ويمكن أن يتبين بجهاز بسيط أن الحركة الذاتية تحدث على الرغم من سكون العينين[٨].

فماذا يحدث؟ عادة يظل العالم ثابتًا بينما تتحرك العينان. ويختلف هذا عن الحركة الأفقية في العرض السينمائي للصور أو كاميرا الفيديو، حينما يستدير العالم فجأة في الاتجاه العكسي. ويختلف أيضًا عن الضغط على العين ضغطًا رقيقًا بالإصبع، وإذ ذاك يستدير العالم مرة ثانية. وعادة في حالة حركات العين الإرادية، يتم إلغاء حركة الصورة الشبكية على الشبكات "متحركة عن طريق إشارات متساوية وعكسية من خلال الأوامر الصادرة بدوران العينين[٩]. فما يحدث يمكن استثارته ببعض الملاحظات بسيطة التنفيذ:

(١) حاول تحريك العينين، يظل المشهد المحيط ثابتًا.

(٢) حاول الضغط على إحدى العينين (وإغلاق الأخرى) ضغطًا رقيقًا بالأصبع، يتحرك المشهد.

والآن حاول هذا مع صورة بعدية، في ظلام دامس.

بالنسبة إلى (١) تتحرك الصورة البعدية، في العينين.

وبالنسبة إلى (٢) لا تكون هناك حركة في الصورة البعدية.

تكشف هذه الملاحظات جهازًا جميلاً يحمي العالم عادة من الدوران هنا وهناك. ولكن هذا الجهاز المبطل يعد حساسًا لأي اختلال بسيط في التوازن. ويرجع أثر الحركة الذاتية بالتأكيد تقريبًا إلى التذبذبات الطفيفة في عضلات العين، مما يعطي إشارات آمرة للحفاظ على العينين ساكنتين. والحفاظ الصعب للغاية عليهما من أحد الجوانب يؤدي إلى تعب مجموعة واحدة من العضلات التي تتسبب في اختلال توازن الجهاز، مما يتطلب بالتالي التصحيح، وهو ما يعطي أمرًا مستمرًا بالتصحيح في الاتجاه العكسي المرئي كأنه حركة.

فلماذا لا يتحول المشهد عادة من حولنا فجأة، وبشكل عشوائي، فيما يتعلق بالضوء الضعيف في الظلام في حالة أثر الحركة الذاتية؟ بتعبير آخر، لماذا لا نصل إلى أثر الحركة الذاتية طوال الوقت؟ من المحتمل أن افتراض عالم ثابت يتطلب إشارات قوية للتغلب عليه. والحفاظ الصعب على العينين في أحد الاتجاهات يمكن أن يجعل العالم يتحول فجأة إلى سبيل آخر فيما

يتعلق بالضوء الضعيف، على الرغم من أنه أقل بكثير، بوصفه افتراضًا لعالم ثابت قوى. ونحن نعد متحيزين ضد الهزات الأرضية المرئية فهي تعد مخيفة جدًا بوصفها افتراضات أساسية مثيرة للقلق والاضطراب.

إن مرور المرء بخبرة تحول العالم المفاجئ إلى سبيل آخر - كالجلوس داخل ضبلة دوَّارة - أمر مثير للمرض. ويكون السؤال دائمًا: ما الذى يتحرك، أهو المرء نفسه أم الأشياء المحيطة؟(١٠).

## الحركة المستحثّة

تتمثل الخبرة المألوفة في رؤية القطار الساكن الذى نجلس فيه يتحرك ظاهريًا بينما يتحرك قطار آخر قريب منه. فجميع الحركات نسبية. وهنا، نستنتج الاختيار الخطأ ويثبت في النهاية أن الأشياء الأصغر ترى بصفة عامة على أنها متحركة. وهناك افتراض عام - صحيح عادة - مؤداه: أن المشهد الكلي يثبت بينما تتحرك الأشياء الأصغر بالنسبة إليه.

ويحدث الخداع المرتبط بهذا عندما تتحرك خلفية كبيرة، ترى الأشياء الأصغر والأقرب على أنها تتحرك في الاتجاه المعاكس. وتعكس هذه "الحركة المستحثة" تقدير المخ لاحتمالات ما يتحرك وما هو ساكن. وتتحرك الأشياء الأصغر والأقرب بصفة عامة عكس الخلفيات الثابتة الأكبر والأبعد.

ويمكن أن تبلغ التسارعات فحسب بورود إشارة عن طريق الأجزاء المسئولة عن التوازن في الأذن الداخلية. وتتطلب الحركات المطردة لعبة تخمين لكي نرى ما يحدث. ومثلما تطورنا بأقدامنا على الأرض؛ مما يخبرنا ما إذا كنا نتحرك وكيف نتحرك، فإننا نجيد بشكل مدهش رؤية ما يتحرك وأين يتحرك بينما نُحمَل بأقدامنا على الأرض، كما في حالة السيارة. وتحل الطيور المشكلة جيدًا بشكل عجيب. إنه يعد خداعًا خطيرًا بالنسبة إلى الطيارين.

## أثر السلم المتحرك

يعد السلم المتحرك مدهشًا، عندما لا تتحرك السلالم بصفة عامة، مثلما هي التجوالات الأفقية الطويلة في المطارات، والتي تعد كبيرة بالنسبة إلى التجارب حول انفصال الحركة البصرية والباطنية أثناء المشي. فبالنسبة إلى من يألفونها، هناك إحساس جديد بالملاحظة حينما يسرعون السير على السلالم المتحركة في حالة سكونها. من السهل أن يتعثر، حين استباق حركتها العادية على الرغم من غيابها[١١]. ويبين هذا أن الاستباقات النوعية يمكن تعلمها بسرعة.

## التغير الظاهري للحركة

كلما تحركنا بالجنب (أو صعودًا ونزولاً) يتحول العالم بصريًا فجأة في الاتجاه المعاكس، حول نقطة تلتقي عندها العينان. حاول تحريك رأسك من جانب إلى جانب أثناء النظر إلى شيء قريب، ثم عند منتصف المسافة،

ثم عند شيء بعيد. كل شيء يدور في الاتجاه العكسي حول الشيء الذى تنظر إليه. ومن المثير أن تقوم بهذه المحاولة في حالة المشهد حول رحلة القطار.

تعد هذه الحركة النسبية للشيء القريب والشيء البعيد عملية بصرية(١٢). فالتغير الظاهري للحركة يمكن أن ينقل إشارة عن المسافة بدقة بالغة، ويُقترح أن الآليات العصبية الخاصة بهذه العملية تعد الأصل النشوئي لقدرة المخ على رؤية العمق الستروبوسكوبي من خلال صور مختلفة بشكل طفيف واردة من كلتا العينين، مما يعطي معلومات متزامنة متغيرة ظاهريًا(١٣).

## التغير الظاهري العكسي للعمق

عندما يُعكس العمق إدراكيًا (مثلما عندما يُعكس عمق مكعب الأسلاك، أو الوجه المجوف)، يبدو أن الشيء يدور في الاتجاه العكسي. وهو يتبع حركات القائم بعملية الرؤية - بمقدار ضعف السرعة. وهدا نظرا لأنه عندما يُعكس الشيء القريب والشيء البعيد إدراكيًا، على الرغم من أن التغير الظاهري لم يتغير فيزيائيًا، فإن الملامح البعيدة تُرى على انها الملامح القريبة، مما يعطى التدوير العكسي. ويعد هذا الأثر الغريب محاولة جديرة بالاهتمام في حالة مكعب الأسلاك.

## التغير الظاهري الزائف

تحدث أشياء غريبة عندما تُمثَّل المسافات على الأسطح الممهدة للصور. وعندما يتحرك المرء حول الصورة، "ينبغي" أن تكون هناك انتقالات متغيرة ظاهريًا بين الشيء القريب والشيء البعيد؛ ولكن على الرغم من أن الصورة يمكن أن تبدو في عمق حقيقي، فليست هناك مثل هذه التغيرات على الشبكية. ولذا فإن المرء يمكنه الاعتقاد بأن لا شيء سوف يحدث، ولكن هذا خطأ. وبالاقتناع بهذا، على الرغم من عمق الصورة الخادع، نرى عكس ما يحدث فيما يتصل بالعمق الحقيقي. والصورة ذات العمق الواضح تتحول من حولنا فجأة لكي تتعقب المرء كلما تحرك حولها. وكلما زادت واقعية العمق، زادت قوته، وهذه هى الحركة الزائفة المتغيرة ظاهريًا. ويعد هذا أثرًا إدراكيا، وليس فيزيائيًا. وهو لا يُشتَق مباشرة عن طريق تنبيه الصورة. فإذا دورنا الصورة ولم نتحرك نحن أنفسنا، لا يحدث شيء بصفة عامة، على الرغم من أن أي تغير في شكل الصورة الموجودة في العين يكون متماثلاً. وعادة، فإن الشيء القريب يحمي الصورة الشبكية نفسها عندما تتحرك (تدور) لكى يحمي وجه القائم بعملية الرؤية. وبوضوح فإننا نعزو هذا الدوران إلى الصورة.

وعندما يعمل هذا في حالة العمق الظاهري مهما تبين الشيء، فإنه يمكن أن يكون مبنيًا بوضوح على قاعدة (حيث تبدو في جدول رقم "٢" في مؤخر هذا الكتاب). فعندما يتحرك المرء وتحافظ العيون على العناية به. فإنها لابد أن تدور إذا كانت عيون حقيقية لكى تتبع حركة المرء. وهذا ما

نراه بشكل مثير جدًا في اللوحة. وقد أشـــار إرنــست جـــومبريتش Ernst Gombrich(١٤) إلى هذا.

إن العمق المرئي في الصور المجسمة، بما في ذلـــك صـــور الـــنقط العشوائية ثلاثية البعد لجوليتز، حيث لا تكون هناك أشياء توضح هذا الأثر. فهو يعتمد على العمق المجسم المرئي الذى يختفي عندما يُفقد العمق المجسم، ومن ثم بشكل واضح لا يُستمَد مباشرة من التباعد أو التباين المجسم **Stereo disparity**، ولا يعتمد على المعرفة بالأشياء (مثل العيون).

## الحركة الخادعة في المشاهد الحقيقية

عند النظر إلى الأسفل من مبنى شاهق الارتفاع أو من أعلى كـــوبري يمر فوق واد عميق، تبدو الأشياء السفلى صغيرة للغاية، وتتحـــرك عكـــس حركات المشاهد.

ويرتبط هذا بثبات الحجم. ولكن ثبات الحجم يتضاءل من الارتفاعات غير العادية. وعلى ما يبدو فإن بنائي أبراج الكنـــائس، وبنـــائي ناطحـــات السحاب، لديهم مقياس متماثل للحجم للأشياء من فوقهم ومن أسفل منهم، ومن ثم من المحتمل ألا يتأثروا بهذا الأثر. فهو يعتمد على المسافات التـــى تـــتم رؤيتها بشكل غير صحيح (حينما يُنظَر إلى الأشياء الصغيرة جدًا أو الكبيرة جدًا) ويرتبط بثبات الحجم وبأخطائه.

إن رؤية عالم ثابت على الرغم من أننا نكون في حالة حركة، يتطلب بوضوح تعويضات محكمة، يمكن أن تفشل بطرق مميزة، ومن المشوق أن نقارن الحركة السلبية (التى تدور حولنا) بحركة المشاهد النشط. ومن المشوق أيضًا أن نقارن آثار البيئات المألوفة بآثار البيئات غير المألوفة. وما يزال لدينا الكثير لكى نتعلمه هنا.



شكل (٢٦). الوجوه المقلوبة رأسًا على عقب. حاول قلب الكتاب رأسًا على عقب.

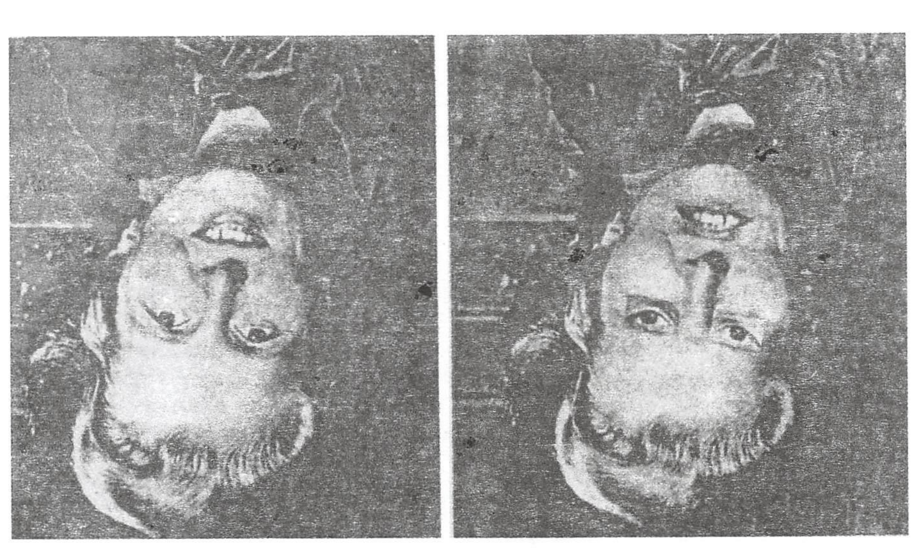
## الوجوه والكتابة المقلوبة رأسًا على عقب

يحتوى إدراك الوجوه على الكثير من الظواهر المثيرة للاهتمام. فالوجوه تُرى بحد أدنى من الهاديات بشكل لا يكاد يصدقه العقل، ومن هنا كان الإنسان الخيالي الذى يمكن رؤية وجهه في القمر المكتمل. والوجه المرئي من الأقمار الصناعية المدارية في منظومة من الصخور على سطح كوكب المريخ. ويعد التكوين الإدراكى للوجه عند سقوط قبعة يعد هبة لرسامى الكاريكاتير. والمثير للاهتمام هو الوجوه المقلوبة، التى تتغير من وجه إلى آخر عند انقلابها رأسًا على عقب. ولقد ابتكر ويستلر **Whistler** الكثير من الأمثلة الممتازة (انظر الشكل رقم "٢٦"). ويحدث هذا نظرًا لأن الوجوه تكون عادة في وضعها الصحيح بضم أسفل العينين. عند انقلاب الوجوه رأسًا على عقب، تختلف احتمالات الملامح من كونها أنفًا إلى كونها فمًا وهلمجرا، ببساطة نظرًا لأن الفم يقع في العادة أسفل الأنف.

Richard
&
Gregory

**شكل (٢٧). الكتابة المقلوبة رأسًا على عقب. حاول قلب الكتاب رأسًا على عقب.**

ويمكن أن تعمل الكتابة بشكل مشابه. فقد قدَّم سكوت كيم Scott Kim أمثلة رائعة للكتابة (بما في ذلك اسمى) التى تظل هى نفسها عندما تتقلب رأسًا على عقب (أنظر الشكل رقم "٢٧").

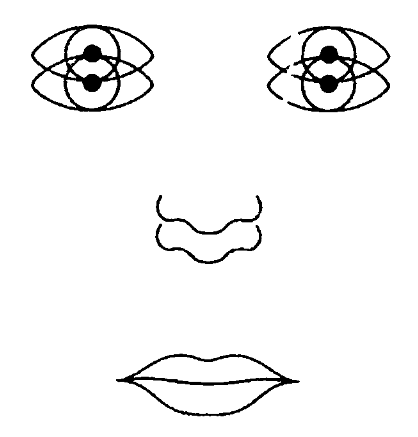


**شكل (٢٨). خداع تاتشر. يُقطع الفم ويُقلب رأسًا على عقب. حاول تدوير الصورة الكليةَ. فيختفي الأثر العجيب.**

## خداع تاتشر

لعل الأثر المرتبط بهذا يتمثل في خداع تاتشر الذى اكتشفه عالم النفس الإنجليزى بيتر طومسون **Peter Thompson** (انظر الشكل رقم "٢٨"). إذ يُقطع الوجه المبتسم ويقلب رأسًا على عقب. الآن يبدو الوجه غريبًا. ولكن عندما يُقلب الوجه الكلي رأسًا على عقب يلاحظ المرء الفم بصعوبة كأنه غير مألوف. ويوحي هذا بأن كل ملمح وجهي يتلقى معالجة خاصة. ويوحي

هذا الأثر البديع بأن إدراك الوجوه يعد مميزًا، و"شموليًا" إلى حد بعيد. فهو يُعزَى إلى المعالجة التى تتم في "منطقة الوجوه" المغزلية من اللحاء المخي. وأخيرًا، إذا كُرِّرت العينان في صورة، بحيث يوضع زوج معين أدنى أو أعلى العينين الأخريين بشكل طفيف، يكون هناك أثر موسيقي بصرية راقصة مثيرة. ومن المشوق أن نسجل حركات عين المشاهد. فهل هي تقوم بتصحيح الأخطاء غير الموجودة هناك؟ هذا يعمل جيدًا على وجه الخصوص بالنسبة إلى كلتا العينين (انظر الشكل رقم "٢٩").



**شكل (٢٩). العينان المزاحتان. يبين هذا الأثر اللافت للنظر أهمية العينين الرائيتين.**

# حواشٍ ختامية

(١) تخفّض الموسيقى البصرية الراقصة عند النظر إلى الأشكال من خلال ثقب صغير، بالتأكيد لأن التذبذبات في عملية التكيف يكون لها عندئذ أثر ضئيل أو لا يكون لها تأثير، وتلقى عندما تثبت تماما على الشبكية بوصفها وميض صورة بعدية (R. L. Gregory (1995), Brain-created visual motion: an illusion? *Proceedings of the Royal Society of London* B 260: 167-168).

(٢) يُقدّم دليل في هاتين المقالتين، رغم أنه مثير للخلاف والجدل: R. L. Gregory (1993), "A comment: MacKay Ray's shimmer due to accommodation changes", *Proceedings of the Royal Society of London* B 253: 123; Gregory (1995), "Brain-created visual motion".

(٣) ينبغي للدائرة الإلكترونية التي يمر من خلالها الضوء في ثقب في مركز مضرب الكرة أن تكون مغطاة بورقة بيضاء شافة. وعندما تُضاء بستروبوسكوب غير ناصع تماما، تبدأ بطاقة مقدارها ٧ إلى ١٠ ومضات في الثانية، فإن الثقب المنير باستمرار سوف يتحرك حول مضرب الكرة - حتى تلاشيه تماما - مشابه في ذلك كرة تنس الطاولة.

(٤) تؤدي الحركات المتصلة للعدسة بحثًا عن البؤرة، أو التكيف، إلى تلف فحص العينين باستخدام منظار. ومن الممكن الآن أن نعوض هذا الخلل بأسلوب مطوَّر من أجل علم الفلك - علم البصريات النشط - لتقليل فساد صور التليسكوب إلى أدنى حد على الرغم من الجو الهائج. إذ تُشوَّه المرآة المرنة المتحكم فيها عن طريق الكمبيوتر لكي تعوض صور الخلل. وهي تعمل بشكل جيد فعليا من أجل فحص العين. ذلك أن المستقبلات الفردية (العصيات والمخروطات) يمكن رؤيتها في العين الإنسانية الحية.

وينبغي لهذا أن يساعدنا على تشخيص التلف المتعلق بشبكية العين كما في حالة مرضى البول السكري. وعن طريق مراقبة إشارات التصحيح، من الممكن أن نقيس اللابؤرية الدينامية للعدسة المتذبذبة. ومن الممكن أيضًا أن نستخدم الجهاز بطريقة الرجوع نحو الماضي من أجل تنبيه مناطق صغيرة جدًا من الشبكية، حتى نزولا إلى المستقبلات الفردية (Miller et al. 1996). فهل من الممكن استخدام عينة منتخبة أبسط كثيرًا من الصور المواتية لفحص العينين؟

(٥) لقد اكتشف عالم الفيزياء الإنجليزي سير تشارلز هويتستون sir Charles wheatstone، الإبصار المجسم stereo vision وابتكر المجسام قبل التصوير الفوتوغرافي، عام ١٨٣٢، ونشر إنتاجه الأول عنهما في عام ١٨٣٨. انظر: N. J. Wade, *Brewster and Wheatstone on vision* (London: Academic Press, 1983).

(٦) R. L. Gregory (1977), "Vision with isoluminant colour contrast: I. A projection technique and observations". *Perception* 6.I: 113-119; V. S. Ramachandran and R. L. Gregory (1978), "Does colour provide an input to human motion perception?" *Nature* 275: 55-56.

(٧) M. S. Livingstone and D. H. Hubel (1984). "Anatomy and physiology of a colour system in the primary visual cortex", *Journal of Neuroscience* 4: 309- 356.

(٨) يعد مركز الشبكية (الحفيرة المركزية) أعمى تقريبًا للضوء الأزرق. (توجد فروق فردية). فالمرء يستطيع أن يرى الحركات في الظلام بعينيه (أو فقدان الحركة) عن طريق تثبيت البصر على ضوء أزرق صغير. وعند تثبيت النظر عليه يختفي. وعن طريق إحاطته بحلقة من الضوء الأحمر الخافت من الممكن تثبيت النظر عليه، وأية حركة عين تعطي ومضة زرقاء. فوُجِد أن أثر الحركة الذاتية يستمر بينما تسكن العينان. R. L. Gregory (1959), "A blue filter technique for detecting eye movements during the autokinetic effect", *Quarterly Journal of Experimental Psychology* II: 113.

(٩) يحدث هذا أسرع - بإرجاء قدره صفر - من العائد الوارد من عضلات العين، على الرغم من أن هذا يُستخدم على أنه جهاز ثانوي من أجل الإحساس بالموضع التقريبي للعين.

(١٠) ليست هناك دهشة في حالة حركات العين الإرادية.

(١١) يتم تصميم السلالم المتحركة بشكل ضعيف من أجل الإبصار المجسم ومن اليسير بالنسبة إلى العينين أن تثبتا على خطوط متوازية مختلفة، معطية "خداع ورق الحائط"، الذى يمكن أن يكون خطيرًا (cf. p. 16).

(١٢) يُستخدَم الأثر نفسه عن طريق الفلكيين لقياس المسافات التى تفصلنا عن أقرب النجوم، باستخدام ضعف المسافة التى تفصلنا عن الشمس (١٨٦٠٠٠٠٠٠ميل) على أنه خط الأساس، عن طريق أخذ صور فوتوغرافية عند فترات زمنية من ستة شهور.

(١٣) يُقترح هذا بواسطة بريان روجرز Brian Rogers، في أوكسفورد الذي قدم التناقض الظاهري المحاكي للملاحظ المتنقل observer-shifted simulated parallax على شاشة كمبيوتر، مبينًا العمق الخادع: cf. I. P. Howard and B. J. Rogers, *Seeing in depth*, 2 vols (Oxford: Oxford University Press. 2002).

(١٤) E. H. Gombrich, *Illusion in nature and art* (London: Duckworth, 1960), ch. 8.

# الفصل الخامس (هـ)

## التشويه

هناك الكثير من أنواع التشويه البصرى. ومرة أخرى، يمكننا تصنيف البعض منها على أنها ظواهر للاستقبال والأخرى للإدراك. تأتي الأولى من إشارات حسية مضطربة وتأتي الثانية من إشارات أو بيانات خطأ في القراءة. وعلى الرغم من أن هذا التمييز يبدو واضحًا، فإنه في الممارسة من الصعب تصنيف بعض ظواهر التشويه وتكون هناك مناقشات طويلة الأمد. ويعد هذا عملا معقدًا، سوف نناقشه بالجملة ببعض الأفكار المثيرة للخلاف والجدل.

ويمكن للمرء القول بأن التمييز بين الإشارات المضطربة والإشارات الخطأ في القراءة يعد تمييزًا بين الفسيولوجي والسيكولوجي، الشرطة الفاصلة بينهما في مفهوم علم النفس الفسيولوجي. ومع أنه على الأقل بالنسبة إلى عقلي يعد هذا أساسيًا، فإنه مثير للخلاف والجدل(١). وعلى سبيل المساعدة على التفكير حوله، فإن التمييز ينطبق بطريقة مألوفة الآن على الحاسبات الآلية. وعندما يبقى الحاسب الآلي عالقًا، فإن الخلل ربما يكون فشلاً في الأجزاء المادية أو بشكل مختلف تمامًا خطأ في المكونات غير المادية أو البرامج. وتختلف "المعالَجات" بالنسبة إلى أخطاء الحاسوب المادية وغير المادية، باختلاف القرارات الإكلينيكية للحياة والموت بالنسبة إلى الطب.

وعندما يقال بأن شيئًا ما مشوه ينبغي لنا أن نسأل، "مشوَّه مم؟" يجب أن يكون هناك مرجع ما مقبول، غير مشوّه، وكذلك بالنسبة إلى "المشوَّه" حتى يكون له معنى. وينطبق هذا فعليًا على أي خداع. فيجب أن يكون هناك مرجع حقيقي للخداع حتى يكون له معنى. وتؤدي تغيرات الحقيقة المقبولة إلى تغيير ادعاءات ما هو خادع.

## أخطاء الإشارة

اقترحنا أن بعض التشوهات ترجع إلى أخطاء في الإشارات العصبية، وترجع الأخطاء الأخرى إلى الإشارات والبيانات الخطأ في القراءة. وعندما يعترف علم الفسيولوجيا بالنوع الأول من التشويهات ويعترف علماء النفس بالنوع الثاني، يمكن أن تكون هناك منافسة مهنية بالنسبة إلى أولئك الذين يعترفون بالخدعات! وسوف نحاول أن نقرر ذلك، باستخدام أمثلة عديدة، ولكن الزملاء لن يوافقوا جميعهم. وهذه المناقشات تلهم بالأسئلة وربما توحي بتجارب جديدة.

## الإشعاع

يبدو مربع أبيض أكبر بشكل طفيف من مربع أسود له نفس الحجم الفيزيائي. وبصفة عامة، عند تقسيم الخط بين المنطقة المضيئة والمنطقة المظلمة فإنه يزاح نحو الظلام. وعلى الرغم من أن الأثر صغير، فإن هذا يعد مهمًا بالنسبة إلى الملاحظين الفلكيين.

والإشعاع لا يعد بسيطًا كما قد يبدو. فالشيء الصغير جدًا، المظلم مثل سلك التليفون يبدو أكبر قبالة السماء الساطعة. والكتابة والحروف المطبوعة تعد سوداء عادة في حالة الخلفية البيضاء، فيما يتعلق أيضا برسومات (سنللين Snellen) لاختبار العين التى تقدِّر الحدة البصرية، لذا فإن العينين تعملان بشكل جيد في حالة الأسود على الأبيض.

وفي مقال حديث يعزو خبير الإبصار الأمريكى جيرالد فستهايمر Gerald Westheimer (Westheimer 2007) التحول إلى الظلام إلى بصريات الصور وإلى عدم خطية الإضاءة المتعلقة بالشبكية والإحساس بالنصوع.

## حِيَل البصريات

يُعدَّل الضوء عامة بطرق متنوعة قبل وصوله للعين. وهناك إرجاء كبير اعتمادًا على المسافة من جراء الأشياء الموجودة في السماء: ثمانية دقائق بالنسبة إلى الشمس، ومليونا سنة بالنسبة إلى سديم الأبراج الفلكية النجمية (الشيء البعيد جدًا المرئي بالنسبة إلى العين المجردة) وبلايين السنوات للأشياء البعيدة جدًا المرئية بالمنظار. وهذا يعني، بالطبع، أن الفلكيين أمضوا حيواتهم المهنية في الماضي، متحدِّين الأشياء التى لا توجد لمدة أطول. ولقد جعل زمن الوصول هذا من الممكن رؤية تطوُّر الكون.

ثمة عدم ثقة أساسًا في الاختراعات البصرية في القرن السابع عشر للمناظير والمجاهر، بقدر ماكانت المعرفة الشائعة بأن المرآة المقوسة مشوهة. علاوة على ذلك، بتكبير الصور الشبكية، حوّلوا علم الفلك وعلم البيولوجيا. فقد برهن جاليليو Galileo على ثبات المنظار عن طريق التنبؤ بأى السفن مرئية في الأفق بالنسبة إلى موطن انتظار التجار؛ ولكن هذا بسط التجارب لكي توضح ادعاءات جديدة في العلم، مبنية على هذه الرؤية الممتدة. لقد كان جاليليو الذائع الصيت غير قادر على رؤية حلقات زحل على أنها حلقات محوطة بكوكب سيار، لأن هذا بوضوح لم يكن ممكنًا تمامًا، من خلال خبرته بالأشياء الأرضية. ومثلما يعتمد تفسير الإشارات الحسية على ما يعد محتملاً من حلال الخبرة اليومية، كان لحلقات زحل، التى تعد خبرة خارجية، احتمالاً صفريًا ولذا لم يكن مرئيًا بشكل فعال.

لقد تحدت ملاحظات المنظار المبكرة التي تقدم أفكارًا جديدة بشكل منتظم، المعتقدات المقبولة والجدل اللاهوتي المختلق. فقد شابت علامة في حجم البثرة القمر المتحدي للكمال السماوي؛ ولقد خُدع النظام الشمسي المتمركز حول الأرض عن طريق النظام الشمسي الدمية لأقمار جوبتر. وكان من الصعب عليهم إنكار ذلك، ومع ذلك من الصعب كذلك بالنسبة إلى الكثيرين تقبل كيف يُرَى العالم ويُفهَم كلما تغير العلم. لقد تغير السلوك بشكل راديكالي بتغير تكنولوجياته.

كشفت المناظير والمجاهر منذ القرن السابع عشر بناءات وأشياء للإبصار لم تكن معروفة تمامًا، ذلك أنها لا يمكن أن تُخبَر عن طريق أي من

الحواس الأخرى، مما منح العينين مكانة خاصة. فلا عجب أن أطلق على الموهوبين لفظ "ذكي"! ومع ذلك فقد فصل جهاز بصري قديم جدًا الإبصار عن الحواس الأخرى، وهو المرايا. يعد عالم المرآة فعلاً عكس العمى - فهو لمسي بدون رؤية. ويعد عالم المرآة منفصلاً عن عالم الخبرة اليومية الذى يتحد فيه اللمس مع الرؤية - لكونه من خلال المرآة. فالضوء يعد أغرب كثيرًا مما ارتؤي بواسطة الفلاسفة. لقد كانت المرايا مهمة في الأساطير، بوصفها نوافذ لعوالم ما بعد الموت.

لقد كانت الصور الافتراضية للمرايا غامضة، تتواجد فقط عند رؤيتها (أو بدقة أكثر عند تصويرها فقط بالعين، أو العدسات المحدبة أو المرايا المقعرة). وتشبه الصور الافتراضية للمرايا المسطحة فكرة بيشوب بيركلى **Bishop Berkeley** بأن الأشياء تتواجد فحسب عندما تُرَى، وهذا النوع من المفاهيم نشأ حديثًا أيضًا في فيزياء الكم. ومع ذلك، كما وصف نيوتن **Newton** بوضوح في بصرياته عام ١٧٠٤، فإن الصور الافتراضية للمرايا المنبسطة تعتمد على التصوير بالعينين، أو في الواقع بالكاميرات. ويُفترَض أن الأشياء المنعكسة بواسطة الجهاز البصري تقع على طول خط البصر، ولذا عندما يحنى الضوء مواضعها تفشل رؤيتها. فالرؤية من خلال مرآة تنطوى بدقة على تناقض ظاهري، عندما ينفصل العالم المنعكس عن عالم الأشياء المرئية والملموسة مباشرة، معطيًا واقعين إدراكيين لكل شيء، بما في ذلك المرء نفسه. اللافت للنظر أننا نرى أنفسنا من خلال الرؤية بالعدسات رغم أننا نعرف أننا نكون أمامها. ويختلف تشويه المرآة هذا

للمسافة كلية عن انقلاب اليمين يسارًا في المرآة، لكونه مسألة تتعلق بالبصريات، ويفهم بسهولة من خلال الرسم التخطيطي للأشعة. ويرجع هذا ببساطة إلى مسار الضوء من خلال الشيء إلى العينين بواسطة المرآة الذي يعد أطول منه عند رؤية الشيء مباشرة. فالجهاز البصري للعين والمخ لا يعرف شيئًا عن المرآة، ذلك أن الشيء فحسب يعد أبعد بصريًا من موضعه الفيزيائي.

## انقلاب اليمين يسارًا في المرآة

لا تشبه فيزياء الضوء المنعكس من خلال المرايا، كما فهمناها، على الإطلاق التناظر القديم للكرات المرتدة من الحوائط. ووفقًا لنظرية ديناميات كهربية الكم الحديثة، لا ترتد الوحدات الضوئية بعيدًا عن السطوح العاكسة، ولكنها تُمتَص وتُقذَف من خلال ذرات طبقات السطح **(Feynman, 1985)**. ويُفسَّر قانون الانعكاس المعروف جيدًا: "زاوية الانعكاس تساوى زاوية السقوط" إحصائيا، على أن الضوء ينعكس في جميع الزوايا، على الرغم من إمكان أن يصطدم بالمرآة في إحدى الزوايا. وتفسر نظرية ديناميات كهربية الكم السبب الذى يجعل الضوء يبدو أنه يختار المكان الذى يصطدم فيه بالمرآة، كي يتخذ مسارا أدنى زمنا، بحيث زوايا السقوط والانعكاس تكون متساوية. ويختلف هذا تمامًا عن الفيزياء الإغريقية، بوصفها تختلف فحسب عما يبدو واضحا لحسِّنا المشترك. "فمرايا تشويه" العروض الغريبة، تعد أقل إلغازًا وإعضالاً من الرؤية المألوفة بالنظارة أو العدسات، التى تقلب اليمين

يسارًا على الرغم من أنها ليست صورًا معكوسة من الأعلى إلى الأدنى. فكيف تعالج النظارة الرأسي والأفقي بشكل مختلف على الرغم من أنهما متماثلان؟ وكيف تستطيع قطعة مسطحة من العدسة أن تعرف اليمين من اليسار؟ لا يتبين السبب من خلال مخطط نيوتن، أو في الواقع في أي رسم تخطيطي بصري للأشعة.

ما يحدث يُرَى بسهولة شديدة في حالة الحروف الهجائية المكتوبة والمطبوعة، بوصف انعكاساتها تدرك مباشرة. فالحروف الكبيرة A، M، U، V، T لا تتغير، ومع ذلك فالحروف E، F، K، L، P تختلف رؤيتها في المرآة - فهي تنعكس أيضًا - على الرغم من انها ليست متماثلة أفقيا. وهكذا فإن أثر المرآة يكون واضحا في حالة المجموعة الثانية من الحروف وهو ليس كذلك في حالة المجموعة الأولى. والسبب في أن الانعكاس في المرآة يكون من اليمين إلى اليسار وليس من الأعلى إلى الأسفل كان سؤالا خلافيًا لمئات، بل في الواقع آلاف من السنين. إنني أناقش هذه القضية في كتابى Mirrors in mind المنشور عام ١٩٩٧، وحديثا جدا في كتابي "Shaving in a mirror with Ockham's razor" (المنشور عام ٢٠٠٧). ولقد كانت هناك، وما تزال في الواقع، مجموعة من الروايات الجديرة بالملاحظة، ذكر الفيلسوف إمانويل كانت Immanuel Kant أنها مشكلة يصعب على العقل الإنسانى أن يفهمها.

ويمكننا أن نرى الإجابة عنها أنها بسيطة على الرغم من أن السؤال يعد معضلا. وربما من الصعب ان نرى أي نوع من المشكلات هذا. هل هي

مسألة فيزياء أم بصريات، هل هي مسألة تشريح مخنا أم تنظيمه، هل هي مسألة علم نفس أم منطق، أم هي مسالة لغة؟ وهي جميعًا تُستدعَى للتفسير. هناك الكثير جدًا من الإغراء على الرغم من احتمالات التضليل، وتستمر كتابة الهراء، حتى في المجلات العلمية المرموقة.

ليس هناك شيء تقريبًا لنفعله بخصوص التماثل الأفقي للشكل الإنساني؛ أو الفصل الأفقي لعيوننا؛ أو انعكاس الضوء في العيون (التماثل في جميع الاتجاهات)؛ أو بخصوص الاتصالات العابرة لنصفي المخ الأيمن والأيسر (لماذا ينبغي للصور أن تنعكس فحسب في المرآة، وليست جميع الأشياء المرئية؟ يمكن أن تكون كلمات "اليمين" و"اليسار" في الواقع غامضة، فيما يتعلق بالاتجاهات المسرحية؛ ولكن كيف يمكن أن يعطي غموض اللغة المحتمل انعكاسًا بصريًا متسقًا؟ يعد "التدوير العقلي" بمثابة المرشِّح النفسي المعقول، ولكنه بطيء وغير دقيق بشكل مؤلم، في حين أن الانعكاس في المرآة يعد مباشرًا ودقيقًا. والهادية المفيدة: أن الصورة الفوتوغرافية المأخوذة في المرآة تنعكس بشكل متماثل، على الرغم من أن الكاميرا ليس لديها مخ أو عقل، أو لغة!

وبالتالي، لماذا تعد الصور في المرآة معكوسة الجوانب ومع ذلك ليست معكوسة رأسًا على عقب؟ ما يعد مشوقًا هو لماذا، بالنسبة إلى كل شخص تقريبًا يعد هذا سؤالاً مُلغِزًا. وإذا كان هذا سؤالاً مُلغِزًا، فماذا نأمل أن نفعل لفهم لغز مثل الشعور؟

هنا هادية من تجربة بسيطة جديرة بالمحاولة: لا يمكن أن تُعكَس الكتابة على ورقة شفافة منعكسة في المرآة. فهي تُرى فحسب على أنها "كتابة في المرآة" حينما يتم تدويرها حل محورها الرأسي، قبالة المرآة. ولا تحتاج الكتابة على الورقة الشفافة إلى التدوير، لكي تُرى في المرآة، على الرغم من أن صحيفة الكتابة غير الشفافة أو الكتاب يحتاجان إلى التدوير، من خلال الرؤية المباشرة، حتى تُرى في المرآة خلفها.

فالانعكاس بالمرآة يُقدَّم عن طريق تدوير الأشياء، من الرؤية المباشرة إلى مواجهة المرآة. فالأشياء يتم تدويرها بصفة عامة حول محورها الرأسي، بسبب جاذبية الأرض؛ ولكن الشيء يمكن تدويره حول محوره الأفقي لكي يواجه المرآة. وعندئذ يبدو (كأنه) رأسا على عقب، وليس معكوس اليمين يسارًا.

فالمرء يرى الشيء، أو الكتابة، كأنها دوِّرت من الرؤية المباشرة، إلى رؤيتها في المرآة. وينطبق هذا على المرء نفسه: فإذا كان المرء يقف على رأسه لكي يرى نفسه في المرآة فإنه لا ينعكس يمينه بساره، ولكن ينعكس رأسًا على عقب. وهناك تعقيد رغم ذلك، نظرًا لأن هناك تصحيحا إدراكيًا مفهومًا على نحو ضئيل لعكس الرأس. (حاول إمالة الرأس: سوف تجد أن العالم سيظل في وضعه الرأسي، مختلفًا تمامًا عن الكاميرا). فالتجريب بالمرايا يعد جديرًا جدًا بالاهتمام[٢].

فماذا عن الأشياء الكبيرة جدا – مشهد عن الجبال وما إلى ذلك – المنعكسة في المرآة؟ هل يمكن أن يدوَّر المشهد ككل؟ ليس كذلك: فهناك

تدوير آخر يمكن أن يؤدي إلى حيلة - تدوير عيني المرء ذاته - لكي يرى أن الجبال أو أيا ما كانت الأشياء التى خلفه في المرآة أمامه.

في مرآة القيادة في السيارة يرى المرء ما وراءه بينما ينظر أمامه. وتعكس الرأس من وضع الرؤية المباشرة للمشهد الخلفي لكي يفحص المرآة أمامه. وهنا، يقد العكس بالمرآة عن طريق تدوير الرأس والعينين.

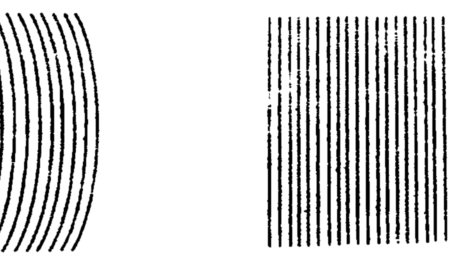
ويرجع الانعكاس في المرآة إلى أحد هذه التدويرات أو غيره من وضع الرؤية المباشرة: تدوير الأشياء، أو العينين، وعندما لا يُدرَك هذا تكون هناك معضلة مبهمة. ولكن - بخلاف الخداعات البصرية أو الإدراكية - يتلاشى هذا حينما يُفهَم الأمر. وهناك خيط رفيع بين خداع الرؤية وضلالات التفكير. فالانعكاس في المرآة يعد فيزياء بسيطة جدًا، ولكنها مثل الحواية، تبدو مبهمة حين لا نَفهَم وآمل أن تتمكن الفلسفة والتربية من حل المعضلات الأخرى بصورة منظمة وإتقان.

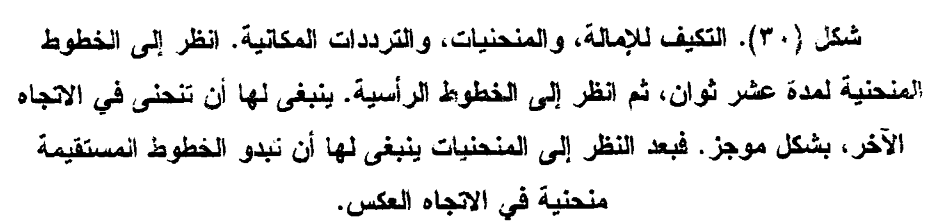
## التكيف

يتغير الإبصار بما ننظر إليه، وبالظروف السائدة، مثل نصوع الضوء. فالعين تفقد حساسيتها في الضوء الناصع، وتسترِد الحساسية تدريجيًا أثناء "التكيف مع الظلام"، مستغرقة حوالي الساعة حتى يكتمل على الرغم من أن التكيف في البداية يكون سريعًا. إن النظر إلى الخطوط المنحنية سوف يجعل الخطوط المستقيمة تبدو بإيجاز مشوهة في الاتجاه العكسى (انظر الشكل رقم "٣٠").

ربما يرجع التكيف للمنظومات أو الأشياء إلى فقدان الوظيفة العصبية عندما تصبح المكونات العصبية "متعبة" أو ربمـــا تُعـــاد معـــايرة الجهـــاز البصري. وقد يكون من غير المؤكد ما إذا كان التكيف البصري يعد تصميمًا فاشلاً أم يعد مفيدًا ــ مصمم عن طريق الانتخاب الطبيعى لتحسين الفعاليـــة، ومن ثم فرص البقاء.

ويمكن استخدام هذه الظواهر لكى تحل وتكتشف القنوات العصبية، بأن الإشارة تميل أو تحنى التردد المكاني أو أيًا ماكان، بما في ذلـــك الألـــوان، وعلى أية حال، فإن آثار التكيف نادرًا ما تـــربط الظـــاهرات بالفـــسيولوجيا الضمنية بطريقة بسيطة؛ نظرًا لأن الظاهرات تعتمد بشكل عام على الكثيـــر من الأجهزة العصبية التى تسهم فيها بطرق شتى. وعلى سبيل المثال، علـــى الرغم من أنه يُعتقد أن الإمالة تُبلَّغ إشارتها عن طريق قنوات خاصة، فـــإن القنوات الخاصة من أجل الانحناء غير موجودة، وربما تُبلَّغ إشارة المنحنيات عن طريق مجموعة كبيرة من قنوات الإمالة، ويبدو أن هذا محتمـــل جـــدًا، فمثلما هناك منحنيات كثيرة جدًا قد تكون هناك صعوبة في وجود قناة خاصة لكل منها.





**شكل (٣٠). التكيف للإمالة، والمنحنيات، والترددات المكانية. انظر إلى الخطوط المنحنية لمدة عشر ثوان، ثم انظر إلى الخطوط الرأسية. ينبغى لها أن تنحنى في الاتجاه الآخر، بشكل موجز. فبعد النظر إلى المنحنيات ينبغى لها أن تبدو الخطوط المستقيمة منحنية في الاتجاه العكس.**

ويبدو أن هذا يشبه كثيرًا التكيف للون، حيث التوازن لـثلاث قنـوات متداخلة يكون مختلا عند النظر إلى اللون لعدة ثوان. والألوان النوعية ليس لها قنوات خاصة. فجميع الألوان تُبلِّغ إشارتها على أنها مزيج مـن ثـلاث قنوات، استجابة للموجات الضوئية الطويلة أو المتوسطة أو القصيرة. وهناك ارتباطات بسيطة قليلة جدًا بين الفسيولوجيا والظواهر الظاهراتيـة. وهكـذا يجب أن نفكر بصفة عامة في نماذج معقدة تمامًا من أجل الكيفية التى يمكن أن تعمل بها الفسيولوجيا.

وعودة من ثم إلى سؤالنا المبكر، هل تبين ظواهر التكيـف ضـعف تصميم الجهاز العصبي، أو هل تخدم تغيرات التكيف غرضًا مفيدًا لإعـادة معايرة الأجهزة لكي تتحاشى الأخطاء في المدى الأطول؟ أي هذين الأمرين يمكن أن يحدث، فالصور البعدية ترجع إلى مناطق موضعية للتعب الشبكي، معطية انعكاسًا مؤقتًا للنصوع واللون، وكلما تنمو عيون الأطفـال بـصرف

النظر عن خط الأساس الخاص بزيادات، عمقها المجسم، بل حينما يتم التعويض عن هذا إلى حد ما، لذلك لم تتغير المسافات المرئية[٣]. وبشكل أكثر عمومية يبدو أن الإبصار يُراجَع عن طريق اللمس والعكس صحيح، لذلك يتفق كل من الإبصار واللمس بصفة عامة ويساعد كل منهما الآخر. ولكن هذا يعد مقلقا بلا ريب. فإذا أنت سيرت أصبعك حول القمة الدائرية لزجاجة نبيذ، بينما تشاهدها بعدسة تشويه (استجماتية)، فإن النظارة تأتي لكى تتحسس المشوَه. وتعد جميع الحواس قابلة للتغيير، وتتأثر كل منها بالأخرى، مما يحفظها جميعًا في حالة اتفاق.

وعندما، على أية حال، تصبح قناة عصبية معينة متكيفة على الرغم من أن القنوات المتوازنة الأخرى لم تتأثر، يمكن أن تحدث أشياء متنوعة. فيمكن أن يُرفَض الشخص المختلف عن بقية أعضاء المجموعة، أو ربما تتحد قناة مع قنوات تنقل إشارة بشكل مختلف، مما يتسبب في حدوث مفارقة أو تناقض. لقد أخذ الفيلسوف جورج بيركلي، كما رأينا بعين الاعتبار وضع إحدى اليدين في ماء ساخن والأخرى في ماء بارد، ثم وضع كلتا اليدين في ماء فاتر. فوجد أنهما تشعران بالبارد والساخن في الوقت نفسه. وفي حالة الأثر البعدى للحركة، ترى الحركة على الرغم من عدم تغيير المكان. ونظرًا لأن قناة الحركة تتكيف ولكن مكان القناة لا يتأثر، لذا فإنها تتصارع، في ظل استحالة فيزيائية.

## مجازفة القناة العابرة ــ خداع حائط المقهى

يلفت النظر، خداع التشويه سهل الفحص، حائط المقهى. محددا من خلال منظومة من البلاطات في مقاهي القرن التاسع عشر في بريستول، فإنه يشبه لوحة الشطرنج، فيما عدا أن صفوف البلاطات يتم الفصل بينها بواسطة "خطوط ملاطية" رمادية ضيقة، وتزاح الصفوف التبادلية بمقدار نصف عرض بلاطة. وبشكل غريب، على الرغم من أن الخطوط الملاطية تعد متوازية فإنها تبدو وكأنها أسافين أو أوتاد طويلة[٤] (انظر الشكل رقم "٣١"). ويعد الأثر قويا جدا ويصعب الاعتقاد بأنها تعد متوازية فعلا.

تمثل التشوهات الإسفينية تحديًا، بقدر ما يبدو أنها تنتهك مبدأ فيزيائيًا -- مبدأ كوري **Curie**، الذى يحدد أن عدم التناسق المنظم لا يمكن أن ينتج من التناسق[٥]. ومع ذلك، فإن الأسافين الخادعة تعد غير متناسقة على الرغم من أن الشكل يعد متناسقا. ونظرا لأن منظومة البلاطات تتكرر بطول الصفوف، وبالتالي فهي متناسقة، فكأن إحدى المناطق هي نفسها بالضبط مثل الأخريات بطول الصف. فكيف تستطيع هذه المنظومة المتناسقة أن تحدث تشويها إسفينيًا غير متناسق؟ يتطلب هذا مرحلتين. تمثل الأولى عدم التناسق الموضعي (الذى لا يعد مشكلة). فكل زوج من البلاطات الفاتحة والسوداء يعد غير متناسق. وهذه تحدث تشويهات إسفينية صغيرة، تنتج الأسافين الطويلة، عن طريق عملية الاستخلاص الثانية، ولا تكون الأسافين الموضعية القصيرة واضحة عندما تشكل أسافين طويلة، بل ترى عندما تكون هناك

بلاطات أصغر كثيرًا، ويحتمل أن تفشل في الدمج في الأســافين الطويلــة، عندما يكون التشويه الموضعى عاليا جدًا.

وعن طريق تنويع ملامح هذه الصورة، تنبثق عدة قوانين لحائط المقهى:

**قوانين حائط المقهى:**

١ــ تنعكس تشويهات الإسفين التبادلية عندما، وعندما فقط، تتغير الصفوف التبادلية بمقدار نصف دورة.

٢ــ يجب أن يمتد الملاط أقل من ١٠ دقائق من القوس. ويكون التشويه أكبر في حالة الخطوط الملاطية الضيقة.

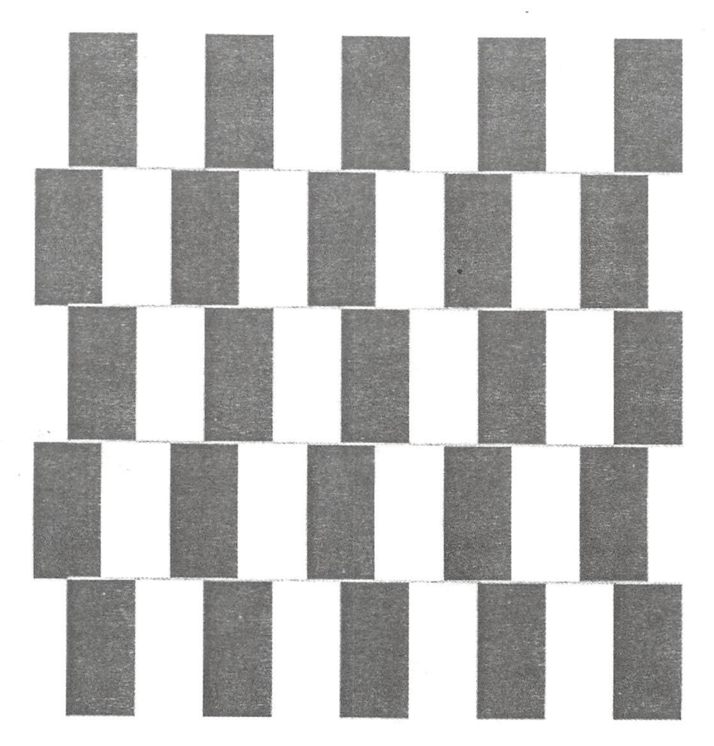
٣ــ يبلغ التشويه أقصاه عندما يكون نصوع الملاط متوسطًا بين مستويات نصوع البلاطات، فيكون صفريًا عندما يكون الملاط أشد ظلامًا من البلاطات المظلمة أو أشد ضياءً من البلاطات المنيرة.

٤ــ يزداد التشويه، بزيادة تعارض نصوع البلاطات.

٥ــ يكون التشويه صفريًا في حالة تعارض اللون، وليس تعارض النصوع فالبلاطات متساوية النصوع.

٦ــ في حالة الكثير من البلاطات الصغيرة، يُستبدل تشويه الإسفين الطويل بالكثير من الأسافين القصيرة.

٧ــ يزداد التشويه عندما تصبح الصورة الشبكية غير واضحة، مثلما يحدث عن طريق دوران العينين.



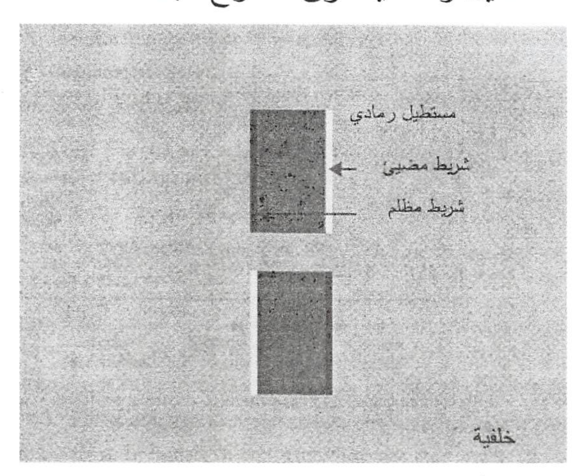
**شكل (٣١). حائط المقهى. يعد الالتقاء التبادلى للأسافين خادعًا. توجد فحسب خطوط متوازية، والزوايا قائمة في هذا الشكل. هذا الشكل الخداعي، يمكن أن يتنوع بعدد من الطرق، فما يحدث يعد قانونيًا بشكل ملحوظ ومن السهل قياسه.**

ليس لحائط المقهي هاديات عمق. وليس هناك منظور، على الرغم من أن هناك فحسب توازيات وزوايا قائمة. (قد تبدو الأسافين الخادعة، على أية حال، على أنها كانت تدور في عمق، من خلال أشكالها المنظورية الخادعة. ولكن هنا يسبب التشويه ظهورًا (عرضيًا) للعمق، وليس هاديات العمق هـــي التى تتسبب في التشويه).

ويمكن أن تُعزل التشوهات المعقدة لحائط المقهي فـــي أثـــر بـــسيط، والغريب جدًا أننا نسميه "الظاهرة الظاهراتية".

## الظاهرة الظاهراتية

"الظاهرة الظاهراتية" هي ما يحدث للمستطيل الرمادي ذى الحد الضوئي الضيق على إحدى حوافه الطويلة والحد المظلم الضيق على الحافة المقابلة (انظر الشكل رقم "٣٢"). وعندما تتغير إضاءته[٧] (أو خلفيته)، فإنه يبدو أنه يتحرك بشكل مثير. ويتقدم الحد الضوئي للمستطيل كل شيء، كما يزداد ضوءه، والعكس صحيح في حالة ازدياد نصوع الخلفية، وتُرَى الحركة الدرامية عندما يتغير النصوع، وفي حالة تغير الساكن **static shift** عندما يكون لكل من المستطيل والخلفية فرق نصوع ثابت.




**شكل (٣٢). الظواهر الظاهراتية المجسمة، من حركة ووضع وعمق. إذ تتحرك المستطيلات الرمادية، بجوانبها الضوئية والمظلمة الضيقة، بشكل مثير عندما اختُلقَت أضوأ أو أظلم من الخلفية، فهي تتحرك في الاتجاهات المتعاكسة. وتنعكس الحدود في المرآة؛ معطية عمقًا مجسمًا عند رؤية شيء واحد بكل عين. ويبين هذا الشكل كلاً من الحركة والموضع والعمق المجسم الظاهرية. وتعد الوظائف الثلاث مختلفة جميعها.**

وإذا أضفنا مستطيلاً ثانيًا مماثلاً، فيما عدا أن طوله وحوافه الـضيقة المظلمة تعد معكوسة في المرآة، فهما يتحركان فـي اتجاهـات متعاكسة. وباستخدام المجسام، ومن ثم ترى إحدى العينين المستطيلات وتـرى الأخـرى المستطيل المنعكس في المرآة، فهما يتحركان أقرب وأبعد في العمق، من خلال تغيرات الجوانب المتعارضة. فكل من الحركة الخادعة والتغير الساكن يتـأثران بجهاز المجسام كأنهما حقيقيان.

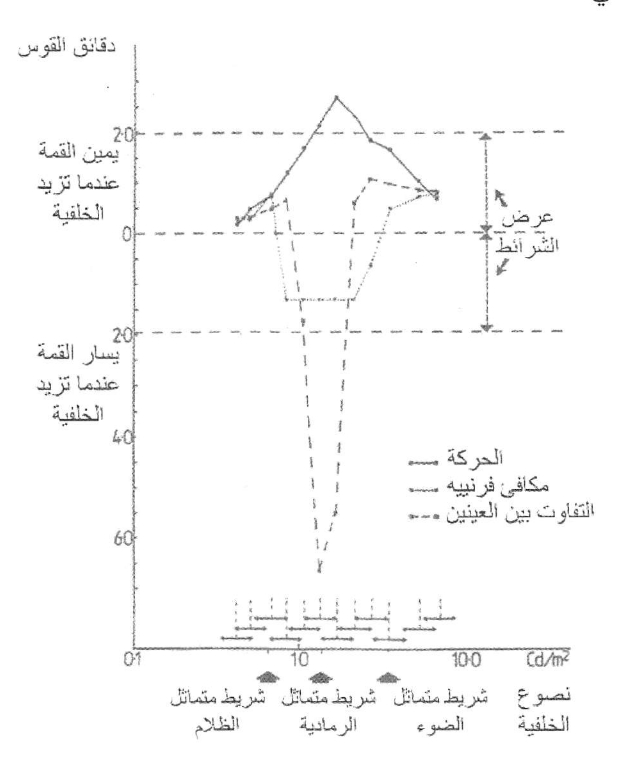
إن ما يحدث تفصيلاً يعد مدهشا تماما. فعندما قارنا التغيرات الخادعة في الموضع والسرعة وفي العمق المجسم، انتهت إلى أن الثلاثة جميعًا تعـد وظائف مختلفة (مرسومة في الشكل رقم "٣٣")، ممـا يمكـن أن يبـين أن القنوات العصبية لها خصائص مختلفة[٨].

ويبدو أن الظاهرة الظاهراتية تمثل الأساس لخـداع أسـافين حـائط المقهى. فهو يتأثر بشكل مـشابه بتغيـرات نـصوع الخطـوط الملاطيـة، والحركات الخادعة "للبلاطات" في حالة تغير نصوع "الخطوط الملاطية" تعد مثيرة بصدق.

## إغلاق الحدود؟

لقد اقترحنا، وكأنه تخمين، أن هذه الظواهر تبوح بما هو مخفي عـادة على الرغم من العملية المهمة، التي يمكننا تسميتها "إغلاق الحد" فعندما يعمل الإبصار بالكثير من القنوات المتوازية، فإنه يبدو رائعًا للغايـة أن المنـاطق

المتجاورة الناصعة والخافتة في الشيء المتحــرك، المــسجلة بعنايـــة عنـــد الحدود، تتحرك جميعها معًا؛ حتى على الرغم من أن القنوات يكــون لــديها تأخير أكبر في الضوء الخافت ويكون للألوان تأخير مختلف.




**شكل (٣٣). رسم يبين اتساع الحركة والتنقل الاستاتيكي والعمق المجسَّم على المحور ذاتها.**

وفيما يتعلق بطباعة اللون، من الــصعب أن نحمــي حــدود اللــون والنصوع أثناء التسجيل، ويرجَّح أن الألوان "تنزف"؛ على الــرغم مــن أن العين يصعب ألا تعانى من هذه الفــروق، حتــى بالنــسبة إلــى الأشــياء أو المنظومات المتحركة.

ونحن نعرف أن هنــاك إرجــاءات مختلفــة مــن خــلال التــسجيل الفسيولوجى، ومن خلال ظاهرة بندول بولفرتش المدهشة. وهناك أيضا آثار لافتة للنظر مثل القلم الرصاص المتذبذب، ولذا فإنه من المدهش إلى حد كبير أن الأجزاء المختلفة من الشيء تتحرك معًا. وهذه اللاظاهرة تحتــاج إلــى تفسير. ويتمثل اقتراح حد الإغلاق في أن المناطق اللونية تغلق عادة لحواف النصوع الشائعة، ومن ثم، عدم الاستقرار عند تساوى النصوع، حيث تكون هناك ألوان مختلفة ولكن لا توجد فروق في النصوع لكــي تعطــي إغــلاق الحد[٩]. فأثناء تساوي النصوع، يفقد التسجيل.

## التشويهات المتعلقة بالإرجاء الزمني

تنتقل الإشارات ببطء تمامًا بطول الأعصاب، وبالتالي يتلقى المخ دائمًا المعلومات الحسية بعد الحدث. ولقد قيس الإرجاء العصبي للمــرة الأولــى بواسطة هلمهولتز Helmholtz في عام ١٨٥٠. وكان هذا في معمل أســتاذه جوهانز موللر Johannes Muller، الذى كان يعتقد أن النشاط العصبي يعد سريعًا جدًا ولا يمكن قياسه. (وكان يعتقد حتى أن الإشارات العصبية تنتقــل أسرع من الضوء، ولكن كان هذا قبل أينشتين Einstein.

## زمن الرجع

من المشوق أن نجرب طريقة هلمهولتز فــي قيــاس زمــن الرجــع، باستخدام عشرة متطوعين، مثلاً. وساعة إيقاف: ضع المتطوعين متحــاذيين على خط واحد، على مقربة من بعضهم البعض، واجعل الأول يلمس الثانى

على العضد (أعلى الذراع) - والذى يلمس بدوره عضد الشخص المجاور له - وهكذا على طول خط المحاذاة. والآن كرر هذا، ولكن بلمس المجاور على الرسغ أو المعصم. فهذا يؤدى إلى زيادة الطول الإجمالى للعـــصب، بقـــدر المسافة بين الكتف والرسغ مضروبة في عدد المبحوثين. وبتكرار الظرفين، عشر مرات، مثلاً، فإن المتوسط يعطي إرجاء بشكل دقيق تمامًـــا للطـــول الكلي للعصب. وتنتقل الإشارات ببطء بشكل مدهش، بمقدار سرعة الدراجة البخارية.

وعندما قام هلمهولتز بقياس الإرجاء العصبي لأول مرة، كانت الناس منزعجة أن تكتشف أن الإدراكات مضى زمانها، ولذا فإننا لا نتصل مباشرة بالواقع.

وجد علماء الفلك، الذين يضبطون الساعات من خلال النجوم التى تعبر خطًا دقيقا في عدسة المجهر لمنظار المرور، أن الإرجاء يختلف جدًا فيمـــا بين الملاحظين المدربين بشكل جيد. لقد اختلف كل ملاحظ على نحو مميز، وبالتالي يمكن استخدام "معادلته الشخصية" لتعويض خطئه الفردي. ويمكن أن يكون خطأ الملاحظ سلبيا! ويمكن أيضًا أن يكون صفريًا، بوضـــوح عنـــدما يُستبق المستقبل المباشر بشكل صحيح. ويعد زمن الرجع معقدا أكثر كثيـــرًا من الإرجاء الفسيولوجى لمنبه بسيط. ويتمثل التعقيد في أن زمـــن الإرجـــاء يكون أكبر عندما يكون هناك أكثر من منبه واحد محتمل وأكثر من استجابة واحدة محتملة، النقطة التى واجهناها من قبل (p. 110).

## بندول بولفرتش

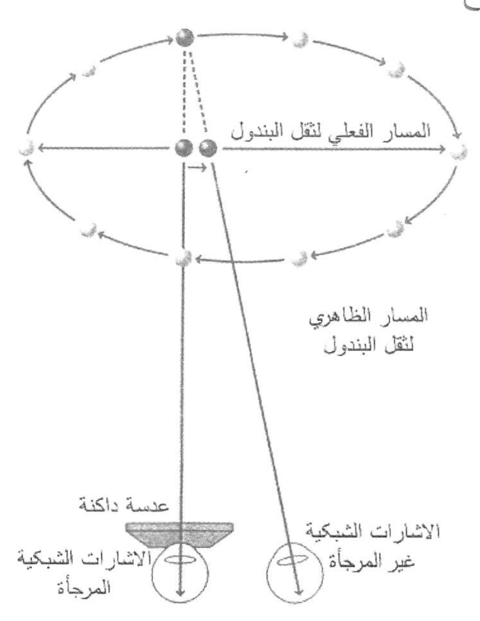
هناك ظاهرة مثيرة وبسيطة تجعل من السهل قياس الزيادة في الإرجاء الشبكي في الضوء الخافت. تُسمَّى هذا الظاهرة باسم بندول بولفرتش (الشكل "٣٤")، الذى يجدر بالمرء تجريبه. يُعلق فيه ثقل على خيط أو وتر، ويبدأ في التأرجح عبر خط البصر. ويُنظر بكلتا العينين، ولكن بنظارة داكنة (مثل مرشح النظارة الشمسية) فوق إحدى العينين. فبدلاً من الظهور متأرجحًا في قوسه المستقيم، يبدو أنه يتأرجح بعيدًا عن الملاحظ ومقتربًا نحوه في مسار بيضاوي الشكل. ويمكن قياس اختلاف مركز القطع الناقص عن طريق وضع مؤشر تحت مواضعه الظاهرة الأقرب والأبعد.

هناك دائمًا إرجاء للإشارات الواردة من العينين، ولكنه متشابه بالنسبة إلى كل من العينين. وتعطي العدسة الداكنة إرجاءً إضافيًا للعين التى توضع أمامها، والتى لا يكون لها تأثير عندما يكون الثقل ساكنًا، عند نهايات تأرجحه. ولكن عندما يتحرك الثقل أفقيا أثناء تأرجحه، فإن الإشارات المرجأة تُزاح أفقيًا من أجل العين المرجأة، التى تكون هي نفسها عندما يعطي التباعد بين العينين عمقًا مجسمًا. ويولد التغير الإيقاعي للسرعة قطعًا ناقصا، ويمكن حساب الإرجاء من خلال اختلاف مركز المسار البيضاوي الخادع.

ويرجع الإرجاء أساسًا إلى التكيف مع الظلام. وهكذا فإن الأثر يحدث في الاتجاه العكسي عندما- بدلاً من مرشح الظلام- تُضاء العين بمشعل، مما يؤدي إلى التكيف مع الضوء.

## وتر بولفرتش

من المدهش أن نظل نرى الأثر بدون علامة تحت الثقل، أو أي إشارة أخرى واضحة فيما يتعلق بالإبصار المجسم. فكيف يكون هذا ممكنًا؟ والإجابة هي: الخيط أو الوتر! فإذا كان الخيط أو الوتر مقدمًا لكى يحمي الوضع العمودي (بخيط أو وتر طويل جدًا، أو بشكل جيد بسلسلة متصلة من متوازي الأضلاع [الشكل "٣٥"])، من ثم فإن الثقل يبدو أنه يتحرك في قوسه المستقيم بدون خداع.



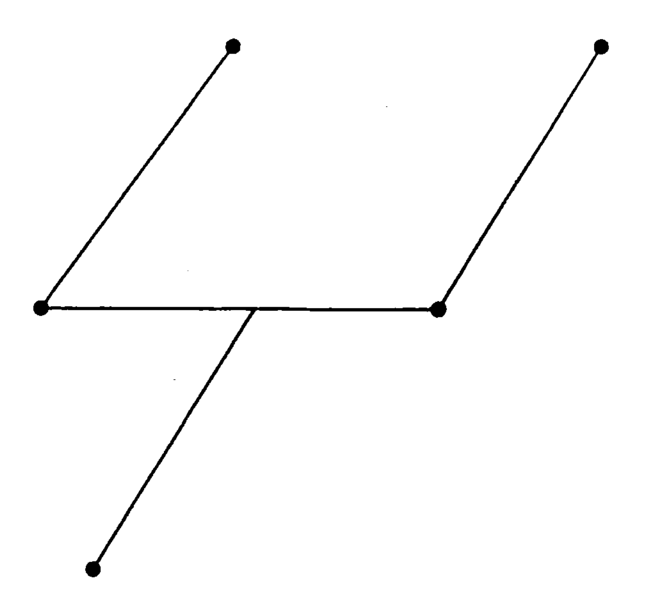

**شكل (٣٤). بندول بولفرتش. عند النظر إلى بندول يتحرك في قوس مستقيم عبر خط البصر - بعدسة داكنة أمام إحدى العينين - يبدو الثقل على أنه يتأرجح في عمق. في مسار بيضاوي الشكل. وينعكس اتجاهه، عندما تراه العين الأخرى من خلال العدسة الداكنة. ويعطي الضوء المنخفض إرجاءً شبكيًا بشكل أساسى من خلال التكيف مع**

الظلام. وتنقل كل من العينين إشارة عن الماضى، ولكن الضوء الأكثر خفوتًا يدفع هذه العين بعيدًا إلى الماضي. ومثلما يتأرجح الثقل بعيدًا عند وسط تأرجحه، فإنه يكون هنا إرجاء إضافي لعين معينة تعطي فعالية أكبر للتباين ثنائي العين، ومن ثم العمق الأكبر.

## إرجاء الرؤية والكلام

عندما يُرجأ الصوت أو الرؤية، بصفة خاصة بمقدار نصف الثانية، فإن الصوت، والرسم والكتابة، يضطرب. وفي حالة إرجاء زمن الكلام يتلعثم كل شخص تقريبًا. وفي حالة الإرجاء الزمنى للرؤية (على تليفزيون مرجأ إلكترونيًا أو على شاشة كمبيوتر) من المستحيل أن ترسم ببساطة، أو أن تكتب اسم شخص ما أثناء مشاهدة الشاشة المرجأة. ويعد هذا مهمًا بالنسبة إلى المهارات المتحكم فيها عن بعد، مثل الجراحة عن بعد بواسطة رابط لاسلكي بالقمر الصناعى.

وعلى الرغم من وجود تكيف سريع لتغير الموضع - كما في حالة إزاحة المرآة، أو كاميرا تليفزيونية في مكان بعيد عن عين المرء - فإنه على ما يبدو لا يتكيف المرء مطلقًا معه، أو يعوض عن الإرجاء الزمنى.



**شكل (٣٥). البندول متوازى الأضلاع.**

## التشوهات المعرفية: خداع الحجم والوزن

هناك خداعات تتقاطع فيها حواس مختلفة. وتعد هذه الظواهر المتعلقة بأجهزة حسية مختلفة مهمة لبيان أن الأجهزة الحسية ليست مستقلة عن بعضها البعض، ولكنها بصفة عامة تعمل معًا، ويعد خداع الحجم الوزن المقيسين بسهولة مثالاً لظاهرة معرفية خادعة بشكل واضح: وهي أننا نشعر بأن الأشياء الأصغر أثقل من الأشياء الأكبر ذات الوزن نفسه.

لماذا؟ يعد الشيء الأكبر عادة أثقل من الشيء الأصغر، وهكذا الأشياء الأكبر، عن طريق إنشاء توقع كون الشيء الأثقل يستدعي قوة عضلية لكي

تحمله، وهكذا سيشعرون بالشيء الذى يضيء. ويرتبط بهذا أثـر "حقيبة السفر الخاوية". فإذا حمل المرء حقيبة سفر خاوية اعتقد أنها تكـون مليئـة، فإنها ربما تحلق في الهواء. هذه ظواهر معرفيـة تعتمـد علـى المعرفـة والافتراضات، مبينة بوصفها خداعات عندما لا تكون المعرفة أو الافتراض ملائمين للموقف.

وعادة، مايكون التمييز رديئا بالنسبة إلى الأشياء الثقيلة عنه بالنـسبة إلى الأشياء الخفيفة، وفقا لقانون فيبر **Weber**. وبالتالي، ماذا يحـدث لتمييـز الوزن عندما نشعر بأن شيئًا صغيرًا أثقل، بل يعد الوزن المقدر نفسه علىْ أنـه الشيء الأكبر؟ وهل قانون فيبر يتبع الـوزن المقـدر، أم الـوزن الظـاهري؟ والإجابة هي أن التمييز يكون رديئًا عندما يكون الشيء خفيفاً فجـأه أو ثقـيلا فجأة.

لقد وجدت هيلين روس **Helen Ross** أن التمييز يكون أفـضل (بعـد ثابت فخنر[١١] **Fechner** أصغر) فيما يتعلق بالأوزان ذات الكثافة مقدارها ١، وكثافة الماء، والجسد. ذلك أن التمييز يكون رديئًا في حالة الأشـياء الثقيلـة على نحو فجائي أو الخفيفة على نحـو فجـائي، وقـد يكـون لـه تفـسير بالمصطلحات الهندسية. فربما يوحي بأن الجهاز العصبي يعمل مثل كوبري هويتستون **Wheatstone**، مقارنًا الوزن الخارجي بتوقع داخلي. فعندما يُحدد الذراع الداخلية للكوبري قريبًا من قيمة يمكن قياسها، فإن الكـوبرى يكـون حساسًا ودقيقا جدًا[١٢]. ويمكن أن يقطع هذا طريقًا طـويلاً لتفـسير المـدى الدينامى الكبير للحواس، بالإضافة إلى ثباتها، على الرغم من أن المكونـات

الفسيولوجية تعد غير مستقرة، وتعد هذه بمثابة مزايا عظيمة لدوائر الكوبري في الهندسة الإلكترونية.

وننتقل الآن إلى خداعات التشويه البصري الكلاسيكية. إنهـا تخـدع الأطفال وقد حيرت العلماء لمدى يزيد على المائة عام، وما تزال، كمـا أن دلالتها تظل موضع خلاف. ويعد جدولنا الدورى (جدول رقم "٢") الموسـع محاولة لإضفاء قدر من الانتظام عن طريق تصنيفها حسب الظهور وأنواع التفسيرات. وتعد التشوهات ظواهر ثرية، ولذلك تلقـى عـددًا كبيـرًا مـن التفسيرات. ويتمثل الأمر الحاسم فيما إذا كانت ترجع إلى اختلال الإشـارات العصبية أو ما إذا كانت الإشارات يُساء قراءتها. وكل منهما له أمثلة، ولكن في رأيي من المشوق جدًا أنها ترجع إلى سوء القراءة، كمـا أنهـا تـوحى بالعمليات المخية المعرفية الخاصة بالرؤية.

## تشوهات الأشكال المسطحة المرتبطة بإدراك العمق

نحن نحيا في عالم ثلاثي البعد، حيث تعد المسافات وأشكال الأشـياء المصمته مهمة بشكل حيوي، على الرغم من أن الصور في العينين تكـون مسطحة[١٣]. وتعد الصورة الشبكية مبهمة أساسًا، كما أنها يمكن ان تُعـزى إلى مركَب لا نهائي من أحجام ومسافات وأشكال الأشـياء الممكنـة، علـى الرغم من أن البعض يعد أكثر احتمالاً من الآخر. وتمثل المسافة عن طريق كثير من الدلائل (الهاديات)، ولكن هناك دليلاً واحدًا فقط ليس مبهمًا أساسًا، وهو ميل العينين الى الرؤية المجسمة. ولكن هذا يصدق فحسب فيما يتعلـق

بالأشياء القريبة جدًا، حينما يكون خط الأساس الفاصل للعيون صغيرًا جدًا (حوالي ٦٥ مليمترًا). وهناك أيضا تباين مجسم: وهو الفرق في الصور الشبكية عندما يكون لكل من الأشياء القريبة والبعيدة تحركات أفقية مختلفة، أي برغم أن الأشياء الصغيرة لا تكون مبهمة حينما يعرف المخ أي عين هي التي ترى[١٤]. ومن المدهش بالكاد أن كلا من تشوهات الحجم والشكل يرتبطان بمشكلة إدراك المسافة، خصوصًا عندما لا يكون التجسيم متاحًا، فيما يتعلق بالأشياء البعيدة، والصور المسطحة التي تمثل العمق. ومن المدهش بالكاد أن نجد التشوهات في صورة تمثل العمق على الرغم من أنها مسطحة. وسوف نأتي على هذا قريبًا.

وفيما تعلق بالأشياء العادية، فإن مسافاتها ومظاهرها ثلاثية البعد تعد أكثر أهمية بكثير من أحجام ومظاهر الصور الشبكية. فهي الأشياء التى نراها. وعلى الرغم من أن الإدراك يعتمد على صور العين فإنها لا تُرى على أنها الأشياء التى نراها. فهي تعد مصادر للإدراك وليست أشياء للإدراك.

وعلى الرغم من أن تكوين الصور من خلال الأشياء يمتثل لقواعد الإسقاط المنظوري، فلماذا الشيء المرئي من خلال الصورة الشبكية يعد معقدًا. وغير مفهوم تمامًا. هذا ما تحاول نظريات الإدراك أن تصفه وتفسره، وما يزال أمامنا طريق طويل لكي نقطعه. ويتمثل المفتاح في أن الإدراكات ليست مستعدة لصور العين. ويتضح هذا عن طريق ظاهرة نسميها ثبات التقدير أو القياس **constancy scaling**، التى تختلف بوضوح عن الإبصار

الذى يكون مستعبدًا للصور الحالية، فنرى الأشياء على أنها نموذجية وليس أحجامها ومظاهرها ومسافاتها المتلقاة بصريًا. فالصور تتغير عصبيًا، عن طريق ما يمكن تسميته اتساق القياس.

ولقد أُدركت قيمة اتساقات الحجم والشكل البصريين بواسطة فيلسوف القرن السابع عشر الفرنسى رينيه ديكارت **René Descates**، الذى ذكر في مصنفه المسمى **Dioptrica** المنشور عام ١٦٣٧ ما يلي:

> لست في حاجة، باختصار، إلى القول بأن أي شيء خاص عن الطريقة التى نرى بها حجم وشكل الأشياء، فهي تحدد تمامًا بالطريقة التى نرى بها مسافة وموضع أجزائها. وبالتالي، يُحكم على حجمها وفقًا لمعرفتنا أو رأينا فيما يتعلق بمسافتها، المرتبطة بالصور التي تنطبع على مؤخر العين. فليس الحجم المطلق للصور هو الذى يؤخذ بعين الاعتبار. وبوضوح فهي تعد أكبر بمائة مرة (من حيث المساحة) عندما تكون الأشياء قريبة جدًا منا عنها عندما تكون أبعد منا بمقدار عشر مرات؛ ولكنها لا تجعلنا نرى الأشياء أكبر بمقدار مائة مرة؛ وعلى العكس تمامًا، فإنها تبدو بالحجم نفسه تقريبًا، عند أي تقدير ما دمنا لا نُخدَع بفعل المسافة (بشكل كبير جدًا).

ويعد هذا وصفا واضحًا لما نسميه ثبات الحجم. ويستمر ديكارت في وصف ثبات الشكل بقوله:

> مرة أخرى، تأتي أحكامنا على الشكل بوضوح من خلال معرفتنا، أو رأينا فيما يتعلق بموضع الأجزاء المختلفة من الأشياء وليس طبقا للصور الموجودة في العين؛ نظرًا لأن هذه الصور تحتوى عادة على أشكال بيضاوية وماسات عندما تتسبب في رؤية الدوائر والمربعات.

وفيما أجريت كثير من التجارب على ثبات الحجم والشكل، باستخدام قياسات تحت ظروف متنوعة. فهل يستطيع ثبات التقدير أن يسبب التشوهات وأن يمنعها أيضًا؟ تعد هذه الفكرة الأساس في التقدير غير الملائم (Gregory 1963; Gillam 1998).

## نظرية التقدير غير الملائم[١٥]

ماذا يحدد تقدير الحجم؟ تعد الصور، التى تبين العمق في السطح المنبسط، موحية بذلك. فهي تبين أن دلائل أو هاديات العمق، مثل المنظور، يمكن أن تحدد القياس أو التقدير. ويعد هذا صحيحًا عندما تُرى الصورة على أنها منبسطة، وعندما يُدحَض العمق الممثل بفعل التقاء المنظور، ودلائل العمق أحادية العين الأخرى عن طريق تركيب مستوى الصورة، إلى حد ألا يُرى. ويمكن إزالة التركيب الذى يحمي عمق الصورة، كما يحدث جراء الرسم بطلاء لامع والرؤية في الظلام بإحدى العينين، وعندئذ يمكن أن تظهر الصورة في عمق حقيقي. ومن الممكن أن نقيس العمق كما يُرى، نظرًا لأن الحيز البصري يمكن تخطيطه عن طريق تقديم آلة تسجيل متحركة، مرئية ستروبوسكوبيًا وموضوعه في أماكن منتقاة في الأبعاد الثلاثية الظاهرة للصورة. وهكذا فإن الحيز البصري يمكن تخطيطه في ثلاثة أبعاد، من خلال الصور المنبسطة أو الصور الخادعة[١٦].

وبالعكس، فإننا يمكن أن ننتج العمق بدون دلالات عمق، كما في حالة رسم مكعب من الأسلاك المعدنية، مكعب نيكر. وعلى الرغم من فقدان

دلالات العمق – لا يوجد منظور عندما تكون الجوانب متوازية – فإنه يُرى على أنه ثلاثي البعد، وينقلب بوضوح في عمق.

والأكثر أهمية كذلك هو مكعب الأسلاك المعدنية ثلاثية البعد حقًا. وهذا يُظهر مدى مدهشًا من الظواهر المثيرة. فعندما ينقلب مكعب الأسلاك المعدنية في عمق يتغير شكله. وحينما لا يُعكس، فإنه يشبه المكعب الحقيقي، على الرغم من أن صورة الوجه الآخر تكون أصغر في العين، ولكن المكعب يحتوي على خطوط متوازية فحسب وخطوط في زوايا قائمة [١٧]. وليست هناك دلالات عمق متاحة. وتتبع الأحجام المرئية للأوجه القريبة والبعيدة ببساطة مسافاتها الظاهرية.

وعندما لا تكون دلالات العمق مسئولة عن مكعب الأسلاك المعدنية التي تظهر في الأبعاد الثلاثة، بجميع أوجهه ذات الحجم نفسه (على الرغم من أن صورة الوجه الآخر تتضاءل)، فإننا يمكن أن نفترض أن المبدأ العام لهلمهولتز يعمل هنا، حيث أن الحجم يُعزَى طبقًا للمسافة المرئية فيما يتعلق بقانون إمرت **Emmert** الخاص بحجم الصور البعدية المرئية من مسافات متنوعة، مما يؤدى إلى زيادة الحجم بزيادة المسافة.

وتتمثل الفكرة المفتاحية في أن التقدير البصري يمكن أن يُوجَّه إما "صاعدًا" بفعل دلالات أوهاديات العمق، وإما "نازلا" من خلال العمق المرئي [١٨].

ويعد مكعب الأسلاك المعدنية مثيرًا بشكل لافت للنظر عندما ينقلب في عمق على الرغم من أن صورته في العين لم تتغير، نظرًا لأننا يمكننا أن

نستخدمه لفصل التقدير الصاعد والنازل. وعندما يُعكس العمق، يصبح المكعب هرمًا مبتورًا، بوجهه الآخر الكبير جدًا، مما يؤدي إلى زيادة التشوه كلما اقترب المرء منه. وترجع الزيادة الظاهرة في حجم الوجه الآخر عندما يُعكس المكعب ترجع جزئيًا إلى حقيقة عادية مؤداها أنه كلما كان قريبًا فيزيائيًا (وكذلك الآن ظاهريًا) يعطى الوجه صورة أكبر، جزئيًا من خلال تقدير الحجم الذى يتبع المسافة الظاهرية، كما في قانون إمرت ومبدأ هلمهولتز.

ويمكن فصل هذا عن طريق مكعب الأسلاك المعدنية المبتور ذو الوجه الأصغر في المقدمة، من مسافة تعطى صورًا شبكية بالحجم نفسه للأوجه القريبة والبعيدة[١٩]. وعلى الرغم من أن الأوجه تعطى الصورة الشبكية ذاتها. فإن الوجه الإضافي على نحو ظاهري يبدو أكبر إلى حد ما. وهكذا نرى التقدير الذى يتبع المسافة الظاهرية. وعندما يتغير بتغير المسافة الظاهرة، بدون تغيير في الصورة الشبكية، فإن هذا ينبغي أن يكون تقديرًا نازلاً.

وتخبرنا هذه الظواهر بأن ثبات الحجم يمكن ان يتجه "صاعدًا" من خلال دلائل العمق أو "هابطًا" من خلال سيادة الفرض الإدراكى على المسافة المرئية. وعندما لا يكون ملائمًا للمسافة الفيزيائية، فإن أيًا منهما سيحدث تشوهات مناظرة في الحجم والشكل وإن كان لأسباب مختلفة[٢٠].

أيضا، يبدو أن مكعب الأسلاك المعدنية ذو العمق المعكوس يتحرك بشكل غريب كلما تحرك المرء حوله - دائرًا يتتبعك، بمقدار يعادل ضعف مقدار سرعتك - بحيث ينعكس الاختلاف الظاهري للحركة إدراكيًا عندما يتم

تبديل القريب والبعيد في العمق الإدراكي. وسواء دار المكعب مع حركتك أو عكسها فإنه يعد علامة مؤكدة على ما إذا كان يعكس العمق أم لا.

قواعد التقدير الصاعد والنازل:

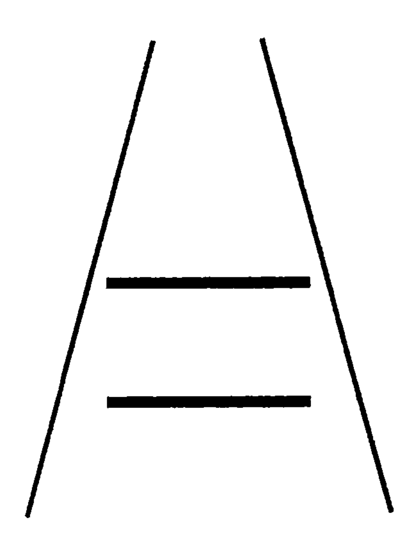
الصاعد: يتم نقل إشارات عن الملامح عندما تمتد بعيدًا إلى حد ما.

النازل: ظهور الملامح للعيان عندما تمتد بعيدًا إلى حد ما.

إن أية هادية للعمق يمكن أن توجه تقدير الحجم "صاعدًا". ويعد المنظور من بين الأشياء شديدة القوة[٢١]. وهناك مظهران منظوريان قويان على وجه خاص، وهما: التقاء الخطوط المتوازية والمظاهر أو الأشكال السهمية للأركان. ويعد كل من التقاء الخطوط والأسهم ملامح مفتاحية لخداعات تشويه معروفة جيدًا - وهي بونزو **ponzo** (شكل "٣٦") وموللر - لير **Muller-Lyer**.

وبالنسبة إلى جميع هذه الخدعات، تُمدَّد الملامح الممثَّلة على أنها أبعد. وهذا عادة ما يعوض تقليص الصور الشبكية بزيادة مسافة الشيء؛ ولكن بالنسبة إلى الصور المنبسطة يعد هذا غير ملائم، على الرغم من أنه لا يوجد تقليص بصري في حالة العمق الممثِّل للصورة. ينبغي لتقدير الحجم بالنسبة إلى الأشياء التي تقع على مسافات متباينة أن يكون غير ملائم بالنسبة إلى سطح الصورة، عندما تكون منبسطًا. وبالفعل، لا يمكن أن يكون التقدير ملائمًا لكل من الصورة والسطح الذي تقع عليه. وتتمثل نظرية الاتساق غير الملائم في أن تقدير الحجم يحدث تشوهات عندما تتحدد المسافة الفيزيائية

بشكل غير ملائم، مثلما يحدث عن طريق المنظور أو دلالات العمق الأخرى وهكذا تعد الصور بخاصة موضوعًا لهذه التشوُّهات[٢٢].

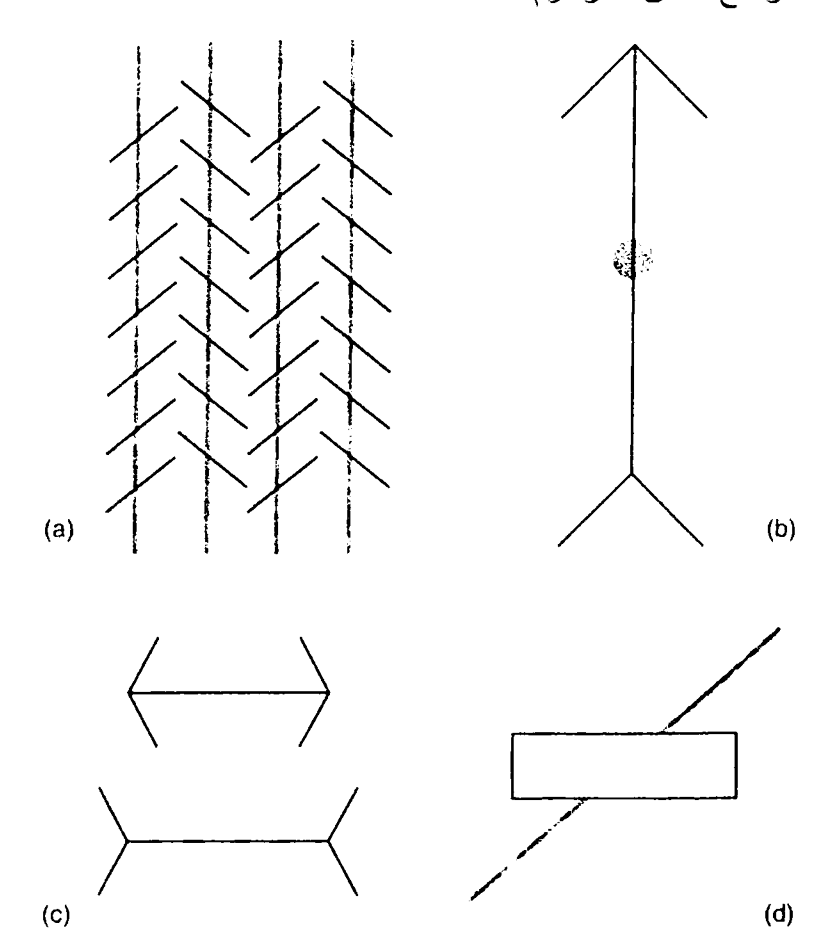


**شكل (٣٦). خداع بونزو. خداع المنظور الأساسي. يبدو الخط الأفقي العلوي متمددًا بفعل ثبات التقدير، مما يعوض عادة تقليص الصورة الشبكية بزيادة المسافة.**

ويبين الشكل رقم (٣٧). بعض خداعات تشوه المنظور المعروفة جيدًا. وهي جميعًا تتبع القاعدة نفسها: هناك تمدد في المسافة المصورة بفعل المنظور أو دلالات العمق الأخرى على الرغم من أن الأشكال تكون منبسطة، ويمكن رؤيتها على أنها كذلك.

ومن الممكن الإشارة إلى أن هذه الخداعات جميعًا تعد رسوم منظور بسيطة لأشياء أو مشاهد مألوفة ثلاثية البعد. وكلما كانت المسافة الممثلة أطول، يحدث التمدُّد. ويتمثل الخداع الأبسط في الخطوط الملتقية في شكل

بونزو (انظر الشكل رقم "٣٦")، مثل الطريق الطويــل أو خطــوط الـــسكك الحديدية المرسومة في المنظور. ويعد خداع موللر - لير (الــشكل "جـــ") رسمًا منظوريًا للركن - (١) داخلي و(٢) خارجي - ذو تمدد خادع متطابق هو الآخر مع العمق المرسوم.




**شكل (٣٧). خداعات تشوُّه المنظور الشهيرة: (أ) زويلنر Zöllner، (ب) مولر لير المنصّف، (جـ) مولر - لير، (د) بوجندورف Poggendorff.**

وتعد الأركان قائمة الزوايا عمومًا من صنع الإنسان، ويحدث الخداع بشدة في حالة الأشخاص الذين يعيشون في بيئات "يغلب عليها طابع النجارة"، مثل المدن ذات النباتات المربعة والطرق المتوازية.

وهناك تباينات تتعلق بخداع موللر – لير، مثل الأركان نصف الدائرية بدلا من الأركان السهمية – رسومات المنظور ذات الاسطوانات – التي تنتج خداعات تشويه متشابهة رغم أنها ضعيفة. ويمكن أيضًا أن يكون هناك عمق يتم الإبلاغ عنه بإشارة عن طريق دلالات العمق الأخرى، مثل التغطية.

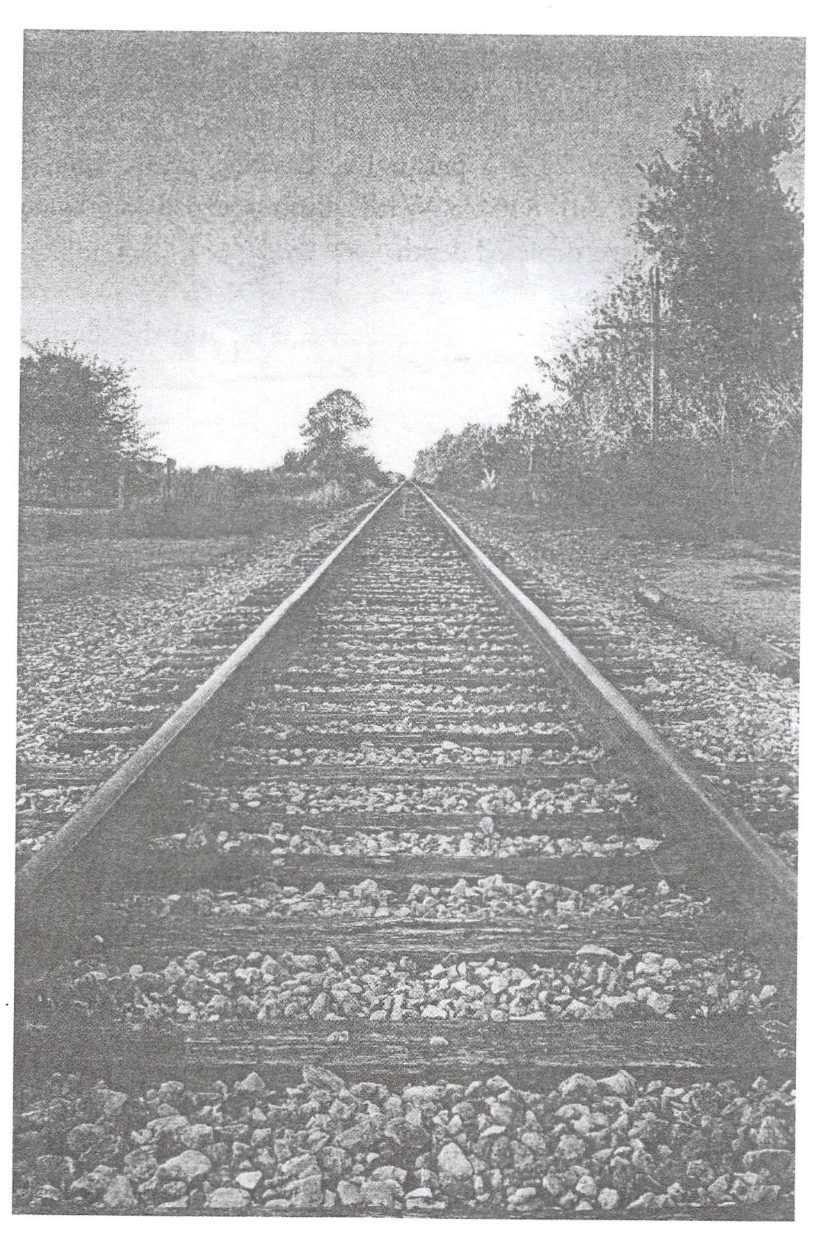
ويمكن الاعتقاد في زويلنر (أ) بوصفه حوائط في زوايا قائمة.

وفي بوجندورف (د)، يبدو خط (المنظور) الذي يمر خلف الحاجز مزاحا.

وتحدث التشوهات حتى عندما لا يُرى عمق المنظور، أو لا يمكن ملاحظته. ويوحي هذا بأن العمق يمكن أن يُحدِّد مباشرة تمامًا عن طريق دلالات العمق، وحتى عندما يُقاوَم العمق بواسطة الدلالات الأخرى ، مثل بنية سطح شكل رسم أو خداع معين.

فهل هناك أية استثناءات في المبدأ العام بأن المسافة المرسومة تنتج تمددًا[٢٣]؟ يُقترَح أحد هذه الاستثناءات فيما يتعلق بخداع زويلنر. فإذا تم تدوير الخطوط المشوَّهة بمقدار ٩٠ درجة، لكي تقع بطول بدلا من عبر التقاء المنظور، ينعكس التشويه. والسبب في هذا غير واضح. وربما يخبرنا هذا بشيء ما مثير عن كيفية تحديد تقدير الصاعد عن طريق المنظور.

شكل (٣٨). مشهد منظور نموذجي. قضبان السكك الحديدية. جرب وضع قطع عملة
على الصورة.

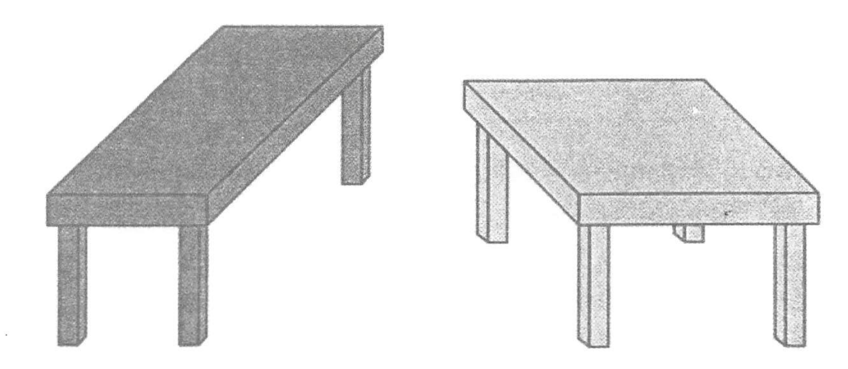


شكل (٣٨). مشهد منظور نموذجي. قضبان السكك الحديدية. جرب وضع قطع عملة
على الصورة.

## التشوُّه الناتج عن المنظور المفقود

يبدو أن المائدة المستطيلة المرسومة بدون منظور تتمدد بعيـدًا عـن الشخص القائم بعملية الملاحظة. ويتعارض هذا مع الانكماش المعتاد للصورة بزيادة المسافة (شكل "٣٨"). وبوضوح، فإن الرسم يستدعى المعرفة بالأشياء المستطيلة، ويُوجَّه التقدير "النازل" إلى تعويض الانكماش المعتاد مع المسافة. وهنا ليس هناك انكماش، لذا فإننا نرى التقدير وكأنه تشويه (شـكل "٣٩"). وقد تمثل هذه مشكلة خطيرة في الرسوم الهندسية.

تبدو الرسوم والدهانات المبكرة للأثاث شاذة بهذه الطريقة، ويعد هـذا ملمحًا في الصور الصينية حيث يضخم الفنان الخداع أحيانًا.



**شكل (٣٩). التشويه من خلال العمق الزائف. الملامح التى ينبغي لها أن تكون أكثر بعدًا عن طريق المعرفة، ومن ثم تتقلص بصريًا في العينين، فتُرَى متمددة بفعل التقدير النازل**

**(shepard, R. N. (1990)** ***Mind sights: original visual illusions, .ambiguities, and other anomalis*****. New York: W. H. Freeman & Co.**

## الخداع الأفقي الرأسي

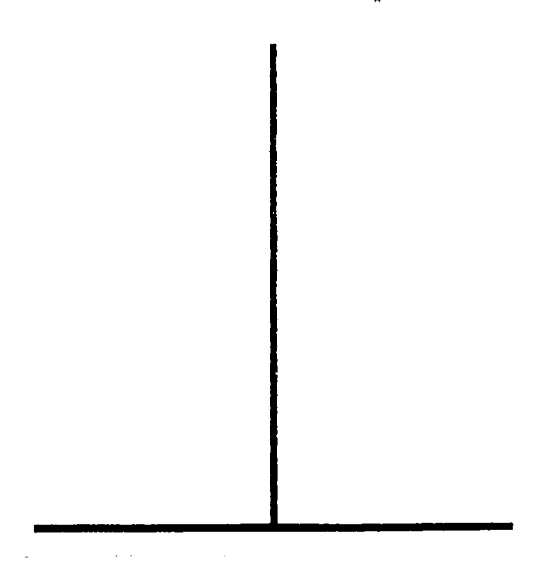
هو ببساطة خط رأسي، صاعد من مركز خط أفقي بـــنفس الطـــول. ويبدو الخط الرأسي أطول كثيرًا من الخط الأفقي (انظر الشكل رقـــم "٤٠"). (يعد الأثر أقل كثيرًا إذا لم يكن الخط الرأسي في مركز الخط الأفقي).

فهل لهذا نفس النوع من تفسير تقدير الحجم الذي لبونزو، ومـــوللر - لير، وما إلى ذلك؟ إذا كان الأمر كذلك، فإن هذه تعد حالة أدنـــى أو أبـــسط ومن ثم لها أهمية خاصة. وعندما يكون الخط الرأسي في وسط الخط الأفقي فإنه يتطابق مع التقاء المنظور، على الرغم من أنه لا يتطابق معـــه عنـــدما يُزاح بعيدًا عن المركز.

ويمكن رؤية المفتاح لما قد يحدث عن طريق رسم هذه الصورة بدهان لامع على صفحة سوداء ورؤيتها متوهجة في الظلام. عندئذ يبـــدو الخـــط الرأسي مائلاً إلى الخلف. ويعد هذا مثيرًا للغاية، خصوصًا عندما يكون الخط طويلاً جدًا. ففي عالم الأشياء، ليست هناك أشياء رأسية طويلة جدًا، وبالتالي فإن الخط الرأسي الطويل في الصورة الشبكية من المحتمل أن يكون أطـــول من شيء متمدد على الأرض، مثل طريق ممتد لمسافة معينة.

هذا الخداع غير معتاد نوعًا ما بما أن التشويه يعتمد على توجُّه الـــصورة. ويؤثر التوجُّه أيضًا في خداع بوجندورف، الذي يعد هو الآخر صورة مـــصغرة. حاول تدويرهم ببطء. ستجد أن الفرق في التوجُّه يلفت النظر.

وعلى نحو لافت للنظر، فإن الصورة التي تبين شيئًا رأسيًا مثل بناية عالية، تكشف عن تشوُّه أفقي رأسي حتى حينما تُزاح الصورة أفقيًا على مائدة. ويبدو أن التمثُّل الرأسي للصورة يمكن أن يكون كافيًا(٢٤).



**شكل (٤٠). الخداع الأفقي - الرأسي.**

## تلاشي الخداع عن طريق التقدير المناسب

ماذا يمكن أن يحدث إذا رُؤيَت صورة منبسطة على شكل ثلاثي البعد صحيح؟ يُفقَد التشوُّه حينما يكون التقدير النازل والصاعد ملائمًا **(Gregory & Harris 1975)**. ويعد هذا دليلاً قويًا على نظرية الثبات غير الملائم.

ويعد خداع موللر - لير على نحو خاص صورة ملائمة للقياس عندما يُقدَّم على أنه ركن في ثلاثة أبعاد، نظرًا لأن الأعمدة الخاصة بأركان السهم تكون عند المسافة نفسها بالنسبة إلى كل من الأركان الداخلية والخارجية؛ وبالتالي يمكن مضاهاتها بسهولة للقياس بخط قابل للتغيير عند المسافة نفسها بالنسبة إلى كل من الصورتين. ويُرَى هذا جيدًا في حالة أركان النموذج السلكي. فهي يمكن تصويرها فوتوغرافيا في مجسم وترَى في صورة ثلاثية البعد على شاشة[٢٥].

ويفقد خداع بونزو ثلاثي البعد، الذى يُقدَّم على أنه صورة سياج ثلاثية البعد، تشوهه عند النظر إليه أيضًا في عمق. إلا أن هذا يصعب قياسه، كما أنه من الصعب المقارنة بين أحجام الملامح التي تترامى على مسافات مختلفة. ويكشف فحص خداعات "المنظور" الأخرى في عمق ثلاثي البعد عن النتيجة نفسها - أي يفقد التشوُّه - على الرغم من أن القياس يكون أصعب بالنسبة إلى موللر - لير، وكأن الخطوط موضع المقارنة تقع على مسافات مختلفة[٢٦].

وعلى مايبدو فإن الغياب الكلي للتشوُّه يبيِّن أن تشوُّه الإشارة لا يقوم بدور مهم في تشوُّهات "المنظور" تلك. (يعد هذا ادعاء مثير للجدل ولا يوافق جميع الباحثين في مجال الإدراك على نظرية الثبات غير الملائم).

## "الإسقاط" الإدراكي

يعد "الإسقاط" في اتجاه الحيز المحيط أساسيًا لكي نرى الأشياء الخارجية من خلال الصور الموجودة في العينين. وبشكل مشابه، فإن الذبذبات الصوتية يبدو أنها ترد من مسافة بعيدة، وكأنها منتسبة إلى الأشياء الخارجية. ولا ينطبق هذا الإسقاط السيكولوجي في اتجاه العالم المحيط بنفس القدر تقريبًا على حاستي التذوق والشم، اللتين يُطلَق عليهما اسم الحواس "قصيرة المسافة"، التي تراقب السخونة، وتخدم صاحبها بتنبيهات عن السموم وتأخذ على عاتقها تأمين الطعام.

ويتسع الإسقاط ليشمل الأدوات. فبالنسبة إلى معلّمي قيادة السيارات تصبح السيارة بمثابة امتداد للجسم، كما يشعر لاعب كرة المضرب بطرف المضرب. ويخبُر الكفيفون المنحدرات بالعصا.

ويؤدي النظر في الظلام إلى شيء مضيء لمدة قصيرة بواسطة وميض من الضوء (كومضة التصوير الفوتوغرافي، على سبيل المثال) إلى صورة بعدية مشرقة يمكن أن تتأخر لمدة تزيد على الدقيقة. فهي تعد أساسًا صورة فوتوغرافية على شبكتي العينين، ولكن على الرغم من وجودها فيزيقيًا في العينين فإنها تُرى على أنها داخل الحيز، متمددة على سطح أي شيء ينظر إليه المرء. ويمكن أن تكون قريبة، كأنها على راحة يد الشخص، أو "مسقطة" على حائط بعيد.

ويبرهن إسقاط الصور البعدية الشبكية في الحيز الخارجي بشكل فعال على المبدأ العام "للإبصار المعكوس". فبالنسبة إلى الإبصار الطبيعى تكون الحركة المرورية في اتجاهين، بحسب ضوء يدخل العينين من خلال الأشياء الخارجية، وعكسيًا صور العين التى يتم إسقاطها سيكولوجيًا داخل الحيز الخارجي ويُرَى على أنه أشياء. هذا الإسقاط السيكلوجى من الصورة إلى الشيء يُدعَم بقوة عن طريق المعرفة؛ ففي حين يعتبر كل من الخشب والمعدن صلبين، فإن كلاً من الماء واللبن سائلان، وهكذا فيما يتعلق بمدى واسع من خصائص الأشياء التى يمكننا أن ندركها بالبصر.

فعندما يتدارس المخ منزلة شيء بالنسبة إلى صور العين الشبكية الطبيعية بالنسبة إليه، فإن رؤية الصور البعدية على أنها أشياء موجودة في الخارج تعد هي نفسها أساسًا فيمايتعلق بالإبصار الطبيعي. وهناك، على الرغم من ذلك، فرق في الزمن - نظرًا لأن الصورة البعدية تم تكوينها في عدد قليل من الثوان في الماضي فما تزال مرئية كأنها موجودة في المكان والزمان. ولا يمكن أن تتمايز الصور البعدية القديمة عن إدراكات الزمن الحقيقي، فيما عدا أنها تتحرك مع حركة العينين. وبالطبع فإن جميع المدخلات الحسية تكون على وجه التدقيق قديمة عندما يكون هناك إرجاء عصبي ما من العين إلى المخ.

في حالة الصور الشبكية الطبيعية غير المتماثلة للأشياء، تكون الصور البعدية ثابتة الحجم. فهي تشبه الصور الفوتوغرافية، التى تخبو ببطء، المثبتة على الشبكيتين. وهي تعد مفيدة بشكل لافت للنظر، فيما يتعلق بإثارة وتفسير

عمليات الإبصار. وتعرف الظاهرة شديدة الشيوع، وربما الملغزة جدًا الخاصة بالصور البعدية، باسم قانون إمرت.

## قانون إمرت

تبدو الصورة البعدية "المسقطة" على الحيز الخارجي أكبر عند رؤيتها على سطح أو شاشة بعيدة جدًا. وبشكل أدق، يحدد قانون إمرت أن الصورة البعدية يزداد حجمها خطيًا بزيادة المسافة التي تفصلنا عنها. وهذا يناقض تمامًا عملية التقليص البصري للصور الشبكية بزيادة ابتعاد الشيء[٢٨].

لقد لوحظ لمدة طويلة زيادة الحجم الظاهري بازدياد المسافة الفاصلة قبل أن يعلن إميل إمرت **Emil Emmert** عن قانونه في عام ١٨٨١. فقد لاحظ الفلاسفة والعلماء الإغريق بما في ذلك إقليدس **Euclid**. ومثلما يزخر تراث الإدراك بالمناقشات المشوشة لقانون إمرت، آمل فقط ألا أزيد مساحة التشوش هنا!

إن السؤال الأول الذي ينبغي لنا أن نسأله هو: هل ينطبق قانون إمرت على المسافة الفيزيقية للسطح الذي يقع عليه (كما يقاس بالمسطرة)، أم على مسافته الظاهرة؟ هذان يمكن أن يكونا مختلفين تمامًا، مثلما توجد خداعات مسافة كبيرة.

ويعد البديل الأول – المسافة الفيزيقية – بالتأكيد مستحيلا مثلما أن المسافات لا تقدم مباشرة للجهاز البصري، بل تنقل اشارتها بشكل غير مباشر

بدلالات عمق متنوعة، لا تعد مناسبة أو ثابتة تمامًا. وينبغي لنا أن نسأل: مماذا يحدث لقانون إمرت في حالة المسافة الخادعة؟ إن الخطأ الجسيم في المسافة يُقدَّم بواسطة حجرة إيمز Ames Room ذات الشكل الشاذ (انظر قسم اللوحات). فماذا يحدث إذا رؤيت الصورة البعدية على حوائط إيمز البعدية بشكل متساو ظاهريًا ولكنها حوائط بعيدة ومختلفة فيزيقيًا؟ لقد جُربت هذه المحاولة[٢٩]. ونؤكد أن قانون إمرت يتبع المسافة الظاهرة وليس الحقيقية. وهذا لابد أن يكون كذلك فعلاً إذا ماقُدمت المسافة المدركة بواسطة دلالات للعمق. وليس مباشرة للمسافات الفيزيقية التي لا تمثل كيف يعمل الإبصار.

## مبدأ هلمهولتز العام الخاص برؤية الأشياء

أسهم مؤسس الفهم الحديث للإدراك – هيرمان فون هلمهولتز Herman von Helmholtz (١٨٢١ــ١٨٩٤) – بشكل هائل في فهم كل من الخصائص الفسيولوجية والمعرفية للإبصار. فقد اقترح مبدأ عاما لرؤية الأشياء من خلال الصور، مؤداه:

> **أن الأشياء تُدرك دائمًا على أنها موجودة في مجال الإبصار بقدر مايمكن أن يكون هناك لإحداث الانطباع نفسه في الجهاز العصبي، والعيون المستخدمة تَحت الظروف الطبيعية المعتادة.**

ولسوء الحظ فإن هذه الترجمة من الألمانية يصعب حقًا فهمها أو تذكرها. ولذا ربما نخاطر بتقديم التبسيط التالي: "تُعزَى الأشياء إلى صور".

فقد أرى جفنة من العنب على المائدة، وكأن مخي يعزو الصور الموجودة في عيني إلى عنب، مما أعلمه من خلال الخبرة الماضية، وبالفعل هي تحتمل بشكل معقول أن تكون عنبًا.

أدرك هلمهولتز أن أخطاء الخداعات يمكن أن تحدث إما عند قصور وظيفة الجهاز العصبي، وإما عندما يؤدى وظائفه بشكل طبيعي ولكن في ظروف شاذة. وكان يرى أيضًا أن مبدأه يمكن أن يسير القهقرى، حتى يستنتج من ظواهر الخداعات القواعد والافتراضات الخاصة بالرؤية. ومثلما يمكننا القول، عندما يبحر الإدراك في الخداع تتبين ألوانه وخطة عمله وكأنه لا يرتكز على عالم الأشياء.

إن مبدأ هلمهولتز ليس محددًا لإدراك الأشياء. فهو قد ينطبق على رؤية الحجم أو الحركة، معزوًا إلى الإشارات الشبكية عند الانطباق على ما هو في الخارج المحيط. وهذا يمكن أن يكشف ما يحدث بخصوص المعضلات الإدراكية القديمة: قانون إمرت وخداع القمر.

إن ما نعزوه إلى الإشارات الشبكية لابد أن يكون سؤالاً مركزيا لفهم الرؤية. فابتسامة الابتهاج يمكن أن تُعزَى إلى الألم في سياقات حيث لا يكون الابتهاج محتملاً، وتصبح الابتسامة ذاتها هي تكشيرة الألم في غرفة التعذيب. وتدخل الاحتمالات والسياق المشهد بوصفهما لاعبين مركزيين لأجل أشكال العزو إلى الصور.

## صور عزو الحجم والمسافة

تعد تغيرات حجم الصور البعدية في قانون إمرت مختلفة تمامًا عن التشوهات الأصغر كثيرًا بصفة عامة في خداع حائط المقهى وخداع بونزو وخداع موللر - لير. فهذه الخداعات تعد عادة أقل من ١:٢، ومع ذلك فإن تغير الحجم في قانون إمرت يمكن أن يمثل ترتيبات كثيرة للمقدار، ويبدو أنه يمتد عبر المدى الكلي للمسافات المرئية. وعلى مايبدو فإن المقياس يوجَّه بواسطة الدلالات الصاعدة، في حين أن أثر قانون إمرت يكون نازلاً من خلال الفرض الإدراكى السائد للمسافة المرئية.

وتعد مقارنة أحجام الأشياء عند المسافة نفسها مهمة مختلفة تمامًا عن مقارنة أحجام الأشياء عند المسافات المختلفة. ويعد هذا صعبا إلى حد كبير جدًا، والمهمة لا تحدد ببساطة. فهل يعنى هذا أن أحجام الأشياء يمكن أن تكون بالنسبة إلى العين إذا كانت عند المسافة ذاتها ليس لدينا نفاذ شعورى إلى حجم الصورة الشبكية، فهي صورة لا نستطيع أبدًا رؤيتها، ومع ذلك كأنها مصدر إلى الإبصار، فهي الصورة التى تمنحنا الرؤية!

## تركيز الصورة

يعد تغيير الحجم أمرًا مألوفًا في التصوير الفوتوغرافي بواسطة عملية التركيز أو البؤرة. وتعمل عدسات البؤرة عن طريق تحديد أكثر أو أقل للمجال الكلي للشيء موضع الاهتمام. وعندما تتم عملية البؤرة لا تكون هناك زيادة في

المعلومات الكلية الموجودة في الصورة. ويصدق الشيء نفسه في حالة المجهر البصري. فمهما كانت درجة التكبير، التي قد تكون عالية بمقدار ٢٠٠٠ مرة، فإنه لا تكون هناك زيادة في المعلومات الكلية. ونحن نرى هذا بوضوح في حالة آلة التصوير الرقمية، التي تحتوى على العدد نفسه من وحدات المعلومات المتاحة في الصورة في زاوية واسعة أو عدسة مقربة، فالعدسة المقربة ذات الطول البؤري الطويل تعطي صورة أكبر للمسألة موضع الاهتمام، عند تكلفة حصر مجال الرؤية. وتعد المعلومات الكلية المحددة بعدد وحدات المعلومات المتاحة هي نفسها بالنسبة إلى أى بؤرة.

وتعد هذه العملية بؤرة بصرية لا تُتَاح للعيون غير المساعدة وتحتوى آلات التصوير الرقمية، على أية حال، أيضًا على بؤرة إلكترونية داخلية. فهذا يختلس وحدات المعلومات المتاحة بالنسبة إلى منطقة منتقاة من بقية الصورة مما يشبه تقدير الحجم.

## خداع القمر الجذاب

حينما يحلق القمر عاليًا في السماء يبدو دائمًا بالحجم نفسه، ولكن حينما يهبط في مستوى الأفق قد يبدو كبير الحجم. هذا هو خداع القمر الجذاب. وهناك نظريات عديدة، زادت خلال الألفيتين الأخيرتين، أوحت بأسباب استمرار الجدل[٣٠].

فقد قدّم تفسير في القرن الثاني قبل الميلاد بواسطة عالم الفلك بتولومي Ptolemy(*) (كلودياس بطليموس Claudius Ptolemaeus)(٣١). ففي كتابه عن البصريات، لاحظ بتولومي أن خداع القمر ليس ظاهرة بصرية ولكنه ظاهرة "سيكولوجية". فكان يعلم أن زاوية القمر المواجهة للعين هي نفسها (١/٢°) عندما يهبط القمر في مستوى الأفق مثلما يحدث عندما يحلق في عنان السماء. فاقترح بتولومي كسبب سيكولوجي، أنه عندما يقترب من الأفق فإنه يبدو أبعد كثيرا، وأكبر أيضًا. ويستحضر هذا قانون إمرت. ولكن هناك مشكلة: أن الناس يقررون رؤية القمر أثناء ظهوره قريبًا عند رؤيته أكبر، قريبًا في الأفق. وهذا عكس قانون إمرت.

ولم يكن لدى بتولومي علم بأن العينين تحتويان على صور، وهذا لم يلق تقديرًا قبل فهم كبلر Kepler لبصريات العين إلا في نهايات القرن السادس عشر، فالقمر والشمس يتواجهان عند الزاوية نفسها (١/٢°)، على الرغم من أن القمر يبعد عنا بمقدار ٢٤٠,٠٠٠ ميل والشمس تبعد بمقدار ٩٣,٠٠٠,٠٠٠ ميل ويصادف أن الشمس تكون أكبر بما يتفق مع ذلك (فهي أكبر ٦٠ مرة وأبعد ٦٠٠مرة)، مما يعطي بالصدفة المدهشة صورة من نفس الحجم للقمر والشمس إلى العينيين على الأرض(٣٢).

تحجب القمر قطعة عملة صغيرة موضوعة على طول الذراع - لذا فإن حجم القمر يقرب من حجم قطعة العملة أو ربما أكبر إلى حد بعيد بل وأبعد كثيرًا

---

(*) من سلالة الملوك المصريين القدماء الذين سيطروا على الحكم ما بين ٣٢٣ــــ٣٣٠ قبل الميلاد؛ وكلودياس بطليموس (١٢٧ــ١٥٤١ ميلادية)، عالم في مجال الجغرافيــا وفلكي ورياضي إغريقي مصري. كان يزعم أن الأرض مركز الكون. (المترجم)

من الشمس – ومع ذلك فإننا نراه في حجم برتقالة. وفوق المحيط في ليلة صافية، يبدو القمر أقرب من الأفق إلى حد ما. ويراه المرء عند هذه المسافة على الرغم من معرفته بأنه يبعد عنه بما يعادل ربع مليون ميل تقريبًا. ورغم هذا لا يتفق في الغالب مع الخبرة الإدراكية والمعرفة الصريحة.

ويُقترَح أن انحراف العينين يعد مهمًا فيما يتعلق بخداع القمر[٣٣]. ولكن الخداع موجود، إلى حد كبير أيضًا، عند رؤية القمر ليس في مستوى الأفق ولكن فوق جبل قريب، على الرغم من أن العينين تنحرفان إلى الأعلى. أيضًا، يحدث الخداع عند رؤية القمر من خلال أنبوب، قاطعًا الأشياء المحيطة. وهذا يمكن تأييده بسهولة عن طريق القارئ. إذ إن الظاهرة ترتبط بالمشهد المحيط. فالقمر يبدو أكبر عندما تكون هناك هاديات عمق خصبة[٣٤]. وعندما يهبط القمر في مستوى الأفق، أو يرتفع فوق جبل، تكون هناك بنية محيطة وهاديات عمق منظور يمكن أن تزيد حجم القمر كما في خداع بونزو. هذه الزيادة في الحجم تجعله يبدو أقرب، حينما لا يُسدَل القمر على الخلفية المبنية.

ويبدو أن الإجابة الكاملة فيما يتعلق بخداع القمر تكون كالتالي: (١) يُزاد في حجم القمر بفعل دلالات العمق، المتعلقة بخداع بونزو وصور تشويه هذا الخداع الأخرى؛ (٢) وهذه الزيادة في الحجم الظاهري تجعل القمر يبدو أقرب؛ (٣) وعندما تتواجد صور الخداع المناظرة، وخصوصًا خداع بونزو، على سطح ورقة منسوجة فإنها لا تبدو أقرب عندما تُسدَل على السطح؛ (٤) ولكن إذا قُدِّمت الخلفية غير مرئية عندئذ (كما هو الحال عندما تُرسَم الصورة بدهان لامع وتُرى في الظلام)، مثل القمر، يجعلها التمدد الخادع أكبر وأقرب، ومن ثم

كسر قانون إمرت. باختصار، يُكسر قانون إمرت عند تعديل القياس للتناوب بين الحجم والمسافة في مبدأ هلمهولتز.

## افتراضات بصرية؟

يطرح هذا سؤالاً آخر: لماذا يبدو القمر بالحجم نفسه في كل مرة يُرَى فيها عندما يحلق عاليًا في السماء؟ في هذا المثال، لا توجد هناك دلالات عمق واضحة لقياس حجمه أو مسافته. لذا يمكننا تقديم مفهوم جديد مؤقتًا. ففي ظل غياب الدلالات البصرية يمكن أن تكون هناك أحجام ومسافات مفترضة (تعد هذه الفكرة مألوفة في الحساب ومعالجات النصوص. ففي ظل غياب التعليمات يتبنون المواقف المفترضة، التي تعد نموذجية، على الرغم من أنها قد لا تكون ملائمة تمامًا للموقف الحالي). ويبدو هذا الافتراض مطلوبًا للقمر حتى يبدو بالحجم نفسه، في كل مرة يُرَى فيها عندما يحلق عاليًا في السماء، بدون دلالات مسافة. يعد هذا تخمينًا ولكنه يبدو متابعة جديرة بالاعتبار بوصفة مبدأ عامًا تمامًا فيما يتعلق بالإدراك بلا دليل.

## القمر المتحرك

هناك خداع آخر للقمر والنجوم: إنها تبدو وكأنها تتبَّع المرء عندما يتحرك. ويعد هذا واضحًا بصفة خاصة أثناء القيادة في سيارة مفتوحة أثناء الليل. فهو يعدو كأنما خيوط تربط القمر والنجوم بالسيارة المتحركة. وهذا خداع بصري، في إجابة بسيطة تمامًا.

ويعد القمر والنجوم بعيدين إلى حد لا يبدو معه أن هناك تغيرًا دالا في الاتجاه الذى يأتى منه ضوؤهما كلما تحركنا على الأرض(٣٥). وبالنسبة إلى الأشياء القريبة قد يحدث هذا بالنسبة إلى الأشياء التى تتحرك معنا فحسب. ومن ثم نعزو الحركة إلى القمر والنجوم، اللذين نراهما يتحركان كلما تحركنا نحن. ولعله بالنسبة إلى ذكرى الألفية كان هذا دليلاً على أن مجيئنا وذهابنا على الأرض يرتبط بالملأ الأعلى، وبالتالى يتولى الرب الاهتمام بنا. إذن، أهو علم تنجيم؟

# حواشٍ ختامية

[١] خذ بعين الاعتبار سقوط كتاب في حوض الاستحمام. ربما تصعب قراءته نظرًا لأن الأحرف المطبوعة (الإشارات) تصبح مشوّشة. أو بشكل مختلف تماما، يمكن أن تسوء قراءة الطباعة الواضحة جراء انتقاء المعانى الخطأ للكلمات.

[٢] لا يرى المرء عينيه تتحركان في مرآة. فالإشارة الواردة إلى المخ تتقطع أثناء حركات العين الارتجافية (السريعة).

[٣] يرى الأشخاص ذوو العيون المتقاربة من بعضها عمقًا أكبر بالمنظار المجسَّم، لأن التعويض يعظِّم التجسيم ويزيده في الصور ثلاثية البعد.

[٤] انظر: Gregory and Heard (1979, 1982, 1983).

[٥] يصدق هذا أيضا على حلزون فريزر Fraser.

[٦] Gregory and Heard (1982)

[٧] يوضع المستطيل على شفافة في واجهة صندوق مضيء، وهذا سيجعله أضوأ أو أظلم من الخلفية. ويمكن التنويع فوق ذلك أيضًا، لكى تحدث "الظاهرة الظاهراتية" الحركة الخادعة.

[٨] يعد التبديل المفاجئ للعمق المجسم عبر تماثل الإضاءة نظرًا لأن الاندماج يتبدل عبر الحواف الضيقة، بما أن الاندماج لا يحدث في ظل التباينات المتعارضة في العينين. وبالتالى، فهذا يعد حالة خاصة.

[٩] في حائط المقهى ترجع المناطق ذات النصوع المتعارض المتحركة معًا عبر خطوط الملاط المحايدة إلى "إغلاق الحدود" التي تقلل بشكل طبيعى أخطاء نقل الإشارات. نظرًا لأن خطوط الملاط المحايدة يمكن أن تكون هي نفسها بالنسبة إلى الجهاز البصري، عند نقل إشارات عن الفروق في مواضع الحواف. والفكرة هي أن المناطق المتعارضة تُجلَب

معًا عبر الفجوات الضيقة، مقللة بشكل طبيعي عملية "التسجيل". ويتمثل افتراض التصميم في أنه من الأفضل الاحتواء على قدر من التشويه عن المحيطات contours الإضافية، التي فشلت في التسجيل. وفي هذا الشأن، لا تظهر الإسفينيات الخادعة عندما يكون الملاط أغمق أو أنصع من الكساء برقائق الفلين، بما أن غلق الحدود يمكن أن يتم عندئذ للجوانب القريبة من الملاط، وليس عبرها.

(١٠) من الأفضل أن نستخدم بندولاً قصيرًا بشكل ملائم لإعطاء الأثر بدون سند آخر، على أنه يمثل التغير من قائم الخيط الذي يأخذ الأهمية؛ ولكن يظل البندول طويلاً رأسيًا تقريبًا عندما يتأرجح، بشكل مشابه للبندول متوازى الأضلاع.

(١١) يعد هذا ثابتًا في المعادلة الموجودة في قانون فيبر ـــ فخنر الذي يربط شدة المنبه بالإحساس. وربما يُعتقد أنه يمثل تشويش خلفية في الجهاز العصبي.

(١٢) ربما تكون هذه الدالة هي التي تأخذ شكل حرف U نظرًا لأن تمييز الوزن يعمل مثل دائرة قنطرة هويتستون: التي تقارن الإشارة الحسية (الخارجية) بالوزن المتوقع (الداخلي). وللقناطر تمييز أعلى عندما تكون هي نفسها تقريبًا، وهذا الترتيب يمكن أن يعطي الجهاز الحسي مدى ديناميًا واتساقًا أكبر، على الرغم من مداه الدينامي المنخفض ومكوناته البيولوجية غير المستقرة.

(١٣) بالطبع تعد الشبكية منقوشة، وبالتالي فهي ثلاثية البعد؛ ولكن الصورة تكون مسطحة بمعنى أن هولاند Holland يعتقد أنها مسطحة، على الرغم من النقوش في سطح الأرض الكروية.

(١٤) هذا غير متاح بالنسبة إلى الوعي أو الشعور، على الرغم من أنه يُلحق جيدًا بالجهاز المجسِّم.

(١٥) R. L. Gregory (1963). 'Distortion of visual space as inappropriate constancy scaling', *Nature*, 199:678-690.

(١٦) يمكن قياس هذا العمق (الذاتي) بشكل موضوعي. وتتمثل الخدعة في تقديم علامة ضوئية صغيرة قابلة للحركة إلى الصورة بصريًا، بمرآة عاكسة لجزء (مثل شبح بيبر Pepper). ونركز الضوء الصغير في العمق المرئي لمناطق منتقاة من الصورة.

وتكون الصورة مرئية فقط بالنسبة إلى أحدى العينين، والضوء المعلم بالنسبة إلى كلتا العينين؛ ومن ثم تحاشي المعلومات المجسامية حيث إن الصورة مسطحة، بينما نسمح بتحديد موضع العلامة بدقة في العمق. (ويتحقق هذا عن طريق الاستقطاب العابر). ويسمح هذا الجهاز برسم الحيز البصري الخاص بالملاحظ في ثلاثة أبعاد. فهو يملك، على أية حال، مهارة ما للاستخدام.

(١٧) سوف تخفي الحواف الأقرب مناطق صغيرة من الحواف الأبعد، مما يعد دلالة على الانطباق أو التغطية، ولكن أثر هذا يتمثل في كف الانعكاس. ويمكن تحاشي هذا الانطباق أو التغطية المرئية عن طريق رسم مكعب الأسلاك بدهان أسود غير لامع؛ أو بشكل جيد، عن طريق تغطيته أو طلائه بدهان لامع بحيث يتوهج في الظلام. ويُستخدم واحد أو آخر من أجل هذه الملاحظات.

(١٨) لقد وصفت هذا لأول مرة في Gregory (1963), page 678.

(١٩) يمكن تنفيذ هذا عن طريق تنويع رؤية المسافة حتى ينطبق الوجه القريب على الوجه البعيد، أو عن طريق الحصول على المسافة الحاسمة من خلال إسقاط ظلالهما بواسطة موضع مصدر الضوء.

(٢٠) الفكرة هي أن التقاء المنظور يمكن أن يثبت تقدير الحجم "الصاعد" مباشرة (cf. Gregory 1963, 1998). وبالتالي فإن الملامح الممثلة على أنها بعيدة تتمدد، مما يعد كذلك بالنسبة إلى صور الخداع هذه. ويتمثل اختبار هذه النظرية في النظر إليها بوصفها نماذج ثلاثية البعد (الأركان الداخلية والخارجية، بالنسبة إلى خداع "أسهم" موللر -لير، أو في العمق المجسامي ثلاثي البعد). وعندما يكون تقدير الحجم الثابت بفعل أشكال المنظور هذه ملائمًا الآن تختفي هذه التشوهات، على الرغم من أن الصور الشبكية تكون هي نفسها بالنسبة إلى الصور المسطحة العادية (Gregory & Harris 1975).

(٢١) إن المنظور الموجود في الصور يمكن أن يربط الرؤية المجسمة. حاول عكس الصور في المجسام، ومن ثم كل عين ترى صورة الأخرى. بصفة عامة سوف يحتفظ المشهد بعمقه المنظوري، مقابل المجسم المعكوس.

(٢٢) اقترحت هذه النظرية لأول مرة في Gregory (1963). والفكرة المفتاحية هي أن هاديات العمق يمكن أن توجه التقدير حتى على الرغم من أن الصورة تبدو مسطحة. وتتمثل الفكرة المفتاحية الأخرى في أن التقدير يمكن توجيهه بهذه الطريقة الصاعدة – بل ويمكن أن يتوجه نازلا أيضا – كما تبين بفعل تغيرات الأشياء المبهمة مثل مكعب الأسلاك، على الرغم من أن الصورة الشبكية تظل ثابتة. ويعد الغموض النشط مفيدا جدا من أجل تحديد التقدير الصاعد والنازل. وتفحص حاليا الفسيولوجيا الضمنية للتقدير، خصوصا في مؤسسة كاليفورنيا للتكنولوجيا.

(٢٣) اكتشف هذا بواسطة نيكولاس همفري Nicholus Humphrey وميتشيل مورجان Michael Morgan سنة ١٩٦٥، عندما كان طالبا في كمبريدج. وهو يمكن أن يكون دليلا ضد نظرية التقدير غير الملائم، أو أنه يمكن أن يخبرنا بشيء ما عن كيف يعمل التقدير. ويعد المحكّم خارجا.

(٢٤) على ما يبدو فإن الخداع الأفقي الرأسي يكون أكبر عندما تكون الصورة أو الشيء كبيرا. ويبدو أنا لأمر ربما يكون كذلك، حتى عندما يبدو أنهما أكبر ولكن لهما صورة شبكية بالحجم نفسه. وباستخدام خدعة الإسقاط على الشاشات من مسافات مختلفة (عندما بالطبع تكون الصورة البعيدة أكبر) وتصويب العينين إلى موضع عدسات جهاز العرض – نرى كل من الصورة البعيدة الأكبر والقريبة الأصغر بحجم الصورة نفسه الموجود في العينين. وتحت هذه الظروف يكون الخداع الأفقي الرأسي أكبر، على الرغم من أن الصور في العينين تكون هي نفسها تماما. ويعد هذا مؤشرا إضافيا على أنه يتضمن معالجة مخية معرفية (بايزيان).

(٢٥) مبينة على أنها صورة مجسمة في: Gregory, *Eye and Brain* (4th edition).

(٢٦) بوضوح إنها ليست فروقا طفيفة في الصور الشبكية الخاصة بالجسم التى تأخذ أهمية، ولكن بالأحرى رؤية العمق بشكل ملائم بأية وسيلة. فعندما يُرى العمق بشكل صحيح بعين واحدة (يمكن أن تساعد وحدة اختلاف ظاهري في الحركة bit of motion parallax، بعين واحدة) يحدث التشوّه عندما يُرَى العمق. ويعد هذا بوضوح أثرا نازلا.

(٢٧) E. Emmert (1881), 'Grössenverhältnisse der Nachilder', *Klinische Monatsblätter fur Augenheilkunde* 19: 443-450

(٢٨) R. L. Gregory, J. G. Wallace, and F. Campbell (1959), 'Changes in the size and shape of visual after-images seen in complete darkness during changes of position space', *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 11: 54-55.

(٢٩) J. Dwyer, R. Ashton, and J. Boerse (1990), 'Emmert's Law in the Ames Room', *Perception* 19, 35-41; J. Boerse, R. Ashton, and C. Show (1992), 'The apparent shape of after-images in an Ames Room', *Perception* 21: 262-268.

(٣٠) يُناقش تاريخ خداع القمر الجذاب بشكل موسع بواسطة Helen Ross and Cornelis Plug, *The Mystery of the Moon Illusion* (Oxford: Oxford University Press, 2002).

(٣١) وُلِد كلوديَاس بطليموس عالم الرياضيات، والجغرافي، والفلكي، والمنجّم بعد سنة ٨٥ ميلادية ومات حوالي سنة ١٦٨ ميلادية في مصر المحتلة من قبل الرومان.

(٣٢) تعد زاويتها المقابلة هي نفسها بالطبع لأننا لدينا كسوف شمس، عندما يصبح الجزء الناتئ من الشمس مرئيًا شديد النصوع قبالة سماء سوداء أثناء النهار. وهناك تمدد ظاهري للشمس، كما هو الحال بالنسبة إلى القمر، عندما تهبط إلى مستوى الأفق، على الرغم من خطورة النظر إلى الشمس.

(٣٣) A. F. Holway and E. G. Boring (1941), 'Determinants of apparent visual size with distance variant', *American Journal of Psychology* 54: 21-37.

(٣٤) يعد هذا بمثابة الأساس للتفسير المقدم من قبل ليلويد كوفمان Lloyd Kaufman ومن بعده إرفن روك IRVEN ROCK في [L. Koufman and Irven Rock (1962), 'The Moon Illusion', *Scientific American* 136: 1023-1031]. إلا أن هذا التفسير يصنع التنبؤ الخطأ، الذي يقول بأن القمر يبدو أعلى من مستوى الأفق، على الرغم من أنه يقرر بوصفه مرئيًا أكثر قربًا. ووجهة نظري هي أنه يُقدَّر صاعدًا بواسطة منحدرات المنظور والبنية لكي تجعله يبدو أكبر، ومن ثم يبدو أقرب. ويعد هذا مناقضًا لقانون إمرت. (أخبرني ليلويد كوفمان حديثًا أنه يوافق على هذا التفسير).

(٣٥) بالنسبة إلى الطيران عالي السرعة، يعد هذا مختلفاً إلى حد ما، كلما كانت الأرض مقوسة. وهناك أيضاً فقدان للمرجعية كلما لم ترَ الأشياء الأرضية في الوقت نفسه مع النجوم، كما يحدث على سبيل المثال عندما نتحرك وننظر خلال الأشجار.

# الفصل الخامس (و)

## الخيال

الخيالات ليست شيئًا خطأ بالضرورة. ففى الواقع، الخيالات الخطأ خط كلي من الصعب أن يكون لها معنى، أو أن تُرى. إننا نفترض أن الشخصية الخيالية فى رواية ما لها رأس عادية واحدة وعينان، وتتناول طعام الإفطار، وتُدرك الخداعات باهتمام. ومن الصعب جدًا أن نبلغ، أو نفهم أو نرى، الخيالات الكاملة.

إن رؤية أشياء مألوفة فى بقع الحبر تبيِّن كيف نتخيل الأشخاص والأثاث فى وقائع مقبولة. وحتى الدخيلين الغرباء فى الخيال العلمي يمثلون صورًا لإعادة ترتيب الحياة على الأرض. فالإبصار يزود العالم الخارجي بأشياء معزوَّة إلى الصور الشبكية. وإننا لنرى هذا يحدث فى حالة الصور البعدية التى قد تعرفناها من قبل. ويستند الفنانون على هذه العملية فى حالة المشاهد لإعطاء معنى لتأشير علامات على القماش. وتعد هذه بمثابة وقائع من ماضي المشاهد أكثر من كونها خيالاً حاليًا للفنان.

## الصور البعدية

أثناء عاصفة صاعقة فى ليلة مظلمة، يمكن أن تكون الصور البعدية زاهية جدًا بحيث يصعب فصلها عن واقع الشيء. ويعد هذا مدهشًا بقوة، عندما تكون الصور البعدية هى نفسها أصلا الصور الشبكية الطبيعية، على الرغم من استمرارها لمدة شاذة. وهي تعد لعدة ثوانٍ صورًا فوتوغرافية فى العينين، تتحرك مثل الصور الفوتوغرافية من الواقع إلى الخيال على أنها تغيرات واقعية عبر الزمن.

## المحيطات

تنقل إشارات المحيطات والحواف عن طريق أجهزة عصبية متخصصة، يسجلها الفسيولوجيون بلواحب متناهية الدقة من خلال خلايا فردية، اكتشفها عالما الفسولوجيا الأمريكيان ديفيد هيوبل **David Hubel** وتورستين ويزيل **Torstin Weisel** عام ١٩٦٢. حيث وجدا خلايا فى اللحاء البصري تستجيب لتوجهات خاصة للخطوط وخلايا أخرى تستجيب للحركة، بعضها للحركة فى اتجاه بعينه فقط. وأصبح هذا ألف باء الاستجابات الفسيولوجية لأنواع المنبهات. ما يحدث نحو الأعمق فى المخ ليس واضحًا إلى حد بعيد، على الرغم من أن الخلايا الموجودة تستجيب لملامح أكثر عمومية - الخلايا "المعقدة" والخلايا "مفرطة التعقيد". ويقدم هذا البحث فهمًا أساسيا للكيفية التى ينظم بها المخ البصري.

## المحيطات الخادعة

يمكن رؤية المحيطات والأسطح فى المناطق الخالية حيث لا تكون هناك فروق فى التنبيه. مثال لذلك الشكل رقم (٤١).





**شكل (٤١). مثلث كتانتزا Kanizsa.**

يتم إبصار هذه الكعكات الثلاث، كل كعكة منها بها شريحة مقطوعة، على أنها تحتوى على مثلث شبحي خادع يربط بين الشرائح المفقودة. ابتكر هذا الشكل وأشكال أخرى عديدة مثيرة مثله الفنان وعالم النفس الإيطالي جيتانو كانتزا **Gaetano kanizsa**. وتعد المحيطات الخادعة موجودة فى المخطوطات المنوَّرة من الألفية الماضية، وحتى فى نقوش الكهوف، ولكنها أُهملت من قبل علماء الإبصار حتى ظهرت أمثلة كانتزا المثيرة فى مجلة **Scientific American** في عام ١٩٥٠ **(Kanizsa 1950)**. ومع ذلك كانت الأشكال التى صممت قبل هذا التاريخ بحوالى خمسين سنة بواسطة عالم

النفس الألمانى فريـــدريتش شـــومان (Schuman, Fredarich Schumann 1900) لافتة للنظر تمامًا. وبشكل غريب، لم تُدرك دلالتها لمدة نصف قرن، حتى على الرغم من أن مثال شومان قـــد رآه آلاف الطـــلاب فـــى الكتـــب الدراســـية مثـــل كتـــاب *principles of psychology* لـــوودورث R. H. Woodworth الصادر عام ١٩٣٨ وما قبله. نوقشت هذه الأشكال بالكاد فى الكتب الدراسية أو لوحظت بواسطة الطلاب. وعلى ما يبدو فإن المحيطـــات الخادعة لا تلائم النموذج الإرشادي السائد فى الإدراك بوصفها حافزة للتنبيه، ولذا أُهملت تمامًا تقريبًا. كان هذا هو الحال قبل أمثلة كانتزا الجميلة، التـــى كانت مدهشة جدًا عن أن تهمل، وكانت النماذج الإرشادية الخاصة بالإدراك قد بدأت فى التغير– فاتسعت لتشمل المعالجة النازلة النشطة. وفـــى وقـــت مبكر من سبعينيات القرن المنصرم، أنا نفسي، تأكدت مـــن أن المحيطـــات الخادعة والأسطح الشبحية هذه كانت بمثابة خيالات احتمالية الحدوث مبتكرة بواسطة الجهاز البصري ونازلة فى العمل إلى الخبرة البصرية (Gregory :1972)

> **ينظر النموذج الإرشادي المعرفي للإدراك إلى الإدراك بوصفه فروضا، منتقاة بواسطة البيانات الحسية، ولكنها تتجاوز البيانات المتاحة، لتقدم "فروضًا عن الشيء" (Gregory 1970). هذا النموذج الإرشادى يمكن أن يكون مقتنعا بافتراض أن الشيء الخادع أمر "مسلَّم به" بوصفه فرضًا إدراكيًا لتفسير القطاعات الفارغة والتغيرات الموجودة فى المثلث.**

إننا ندرك الأشياء كل يوم على الرغم من أن أجزاء تُخفـــى بواســـطة الأشياء الأقرب. وتختلق أمخاخنا كثيرًا مما نراه عن طريق إضافة ما يحتمل

أن يكون حولنا. وإننا ندرك فحسب أن المخ يقوم بالتخمين عندما يخمّن بشكل خطأ، لكي يختلق خيالاً واضحًا.

وينبغي لنا رؤية المثلث الخيالي على أنه مستلقٍ أمام الكعكات. فإذا تقهقر إلى الخلف من الكعكات (باستخدام الرؤية المجسمة)، فإنه يختفي (**Gregory and Harris 1974**). والنقطة الأساسية هي، أنه من غير المحتمل تمامًا أن انقطاعات الكعكات يمكن أن تنتظم منضبطة فى صف، ولكن من المحتمل أكثر أن يكون هناك شيء على شكل مثلث أمام مؤخرة هذه المناطق. فإذا قمنا بتدوير الكعكات تدويرًا طفيفًا، تصبح الحواف الخادعة مقوسة. وعندئذ، بمزيد من التدوير تنقطع فجأة ثم تختفى.

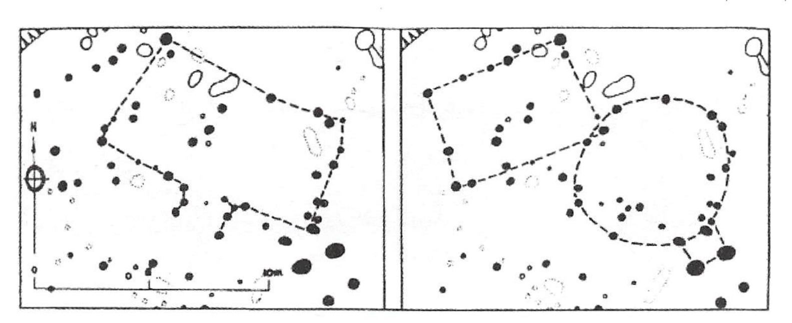
## الإشارات صاعدة أم نازلة؟

سواء نُقلت إشارات صاعدة عن المحيطات الخادعة من خلال الملامح أو القسمات المحيطة، أو استُدل عليها من خلال فجوات بعيدة الاحتمال، فإنها تمثل قرارًا حاسمًا لتصنيفها ورؤية ما تعنيه كظواهر بصرية. ذلك أنها يمكن أن تكون استيفاءات منحنية، بين المحيطات أو الحواف غير المرتبة بدقة، تعد ضد التفسير الصاعد وتدعم بقوة التفسير النازل القائل بأن المحيطات الخادعة تعد بمثابة تخليقات معرفية **cognitive creations**، مبنية هنا على انقطاعات فى الكعكات تنقصها دقة الترتيب بشكل طفيف.

وللمحيطات الخادعة الآثار نفسها أصلاً التى للمحيطات العادية. فهي مثلاً تسبب التشوهات والكثير من الخداعات الأخرى نفسها. ويبدو فعلاً أنها تشبه تمامًا المحيطات العادية، مما يوحي بأن المحيطات "الحقيقية" العادية تحتوي على مكون معرفي قوي. وتُغتنَم هذه الفكرة بواسطة الرسوم المعمارية التى توضح الإنشاءات البديلة (أو بالأحرى إعادة البناء) للبيوت المتداعية القديمة من خلال دليل حُفَر الأعمدة الأرضي، بما فى ذلك دور الأرانب الممكنة المتنوعة (انظر الشكل رقم "٤٢"). لقد أدت المعتقدات السابقة (كانت البيوت المتداعية المبنية فى ذلك الزمان دائرية، أو ربما كانت مستطيلة الشكل) إلى تغيير دلالة البيانات المتوفرة. فالبحوث فى مجال الإبصار خلال السبعينيات كانت توحي بأن المحيطات عبارة عن تكوينات متماثلة مبنية على الاحتمالات. فهى توحي بأن الخطوط على الرسم البياني للبيانات لا تحتاج إلى التلامس مع أي موضع من مواضع هذه البيانات، ومع ذلك تُقبل رغم ما تمثل. وبالنسبة إلى العلم الإمبيريقي، تُهمل مواضع البيانات حينما يُحتفَظ بالمنحنى الخيالي المرسوم بوصفه الحقيقة المقبولة. وعلى ما يبدو فإن الشيء نفسه يُعتقد فى حالة الإبصار: فنحن لا نرى الصور بعيوننا، ولكن بالأحرى نراها بالتكوينات المعرفية المبنية على جميع أنماط البيانات والمصححة عن طريق ما يعد صحيحًا على الأرجح من خلال الخبرة الماضية.

## شبكة هيرمان

لقد اقترح عالم الإبصار الألماني جينتر باومجارتنر Günter Baumgartner تفسيرًا لهذه البقع المضيئة أو المظلمة عند تقاطعات قضبان الشبكة، مقارنة بما يسمه تنظيم المركز المحيط للخلايا العقدية الشبكية. يحتوي بعضها على مراكز "إثارة" ومحيطات "كف"؛ وينعكس هذا الوضع فى الخلايا الأخرى. وتتمثل الفكرة في أنه في حالة تقاطعات الشبكة المضيئة تتنبَّه المحيطات أكثر من المراكز. ولا تُرى البقع فى الحفيرة حيث تصوِّب العينان، نظرًا لأن الخلايا العقدية في الحفيرة لها مجالات استقبالية صغيرة جدًا، ولذا فإن كلاً من المحيطات والمراكز يتم تنبيهها عند التقاطعات. وكما أُشير حديثًا بواسطة كل من بيتر شيلر Peter Schiller وكريستينا كارفى Christina Carvey عام ٢٠٠٥، فإن البقع تختفي عندما لا تكون قضبان الشبكة مستقيمة. وبالتالي فإن كاشفات الخطوط يبدو أنها تكون مهمة، إلا أن هذا لم يُفهَم بعد.



**شكل (٤٢). النقاط السوداء عبارة عن حفر موجودة فى الحفر المعمارية الفعلية. حيث تنتقى مجموعة من المعماريين مجموعة من الحفر بوصفها حفر أعمدة - أي بيانات - وترفض الحفر الأخرى على أنها غير متصلة بالموضوع. وتنتقى مجموعة أخرى من المعماريين حفرًا مختلفة نوعًا ما بوصفها بيانات وتكون بيوتًا متداعية افتراضية مختلفة.**

## رؤية البقعة العمياء

لقد رأينا أن العين تشبه آله التصوير الرقمية إلى حد بعيد، بما يفوق ١٠٠ مليون خلية استقبالية "عصوية" و"مخروطية" حساسة للضوء في الشبكية. والإشارات الواردة من هذه المستقبلات تذهب إلى المخ عبر مليون ليفة عصبية بصرية. وتعد البقعة التي هي المكان الذى تخرج منه هذه الألياف العصبية عمياء تمامًا، لأنه لا توجد هناك مستقبلات. ومع ذلك فنادرًا ما نرى سوادًا، أو لا شيء ، في هذه المنطقة العمياء الكبيرة بشكل مدهش. فلماذا لا نرى المنطقة العمياء على أنها ثقب أسود في الحيز البصري؟ لقد اقترح الفيلسوف الأمريكي دانيال دينيت **Daniel Dennett** أنها تُهمل، مثل شخص ثقيل فى حفلة لم يشارك فيها. تعد هذه فكرة مهمة، على الرغم من أن الدليل يؤيد البديل حاليًا، بأن هناك تقديمًا نشطًا للمعلومات من خلال اللون والمنظومة المحيطين. ولكن المخ لا يمكن أن يعطي معلومات لشيء منفصل يختفي (كما نستطيع أن نصف بسهولة) عندما تسقط صورته على المنطقة العمياء في العين.

O *

فحاول إغلاق عينك اليمنى وانظر إلى النجمة بعينك اليسرى، ثم حرك رأسك ببطء مقتربًا أو مبتعدًا؛ فلابد أن تختفي الدائرة عند مسافة معينة. فهي تختفي عندما تسقط صورتها فى العين على المنطقة العمياء. ولكن لاحظ أن: اللون والنصوع المحيطين يُريَان فى المنطقة العمياء، على الرغم من أنه لا توجد إشارات يتم توصيلها إلى المخ. فإذا نظرت إلى أي مشهد (مثل صفحة

من هذا الكتاب)، لن تعي المنطقة العمياء ولن تكون هـــي ســـوداء. فمخـــك يختلق ما "يُحتمَل" أن يكون هناك فى المنطقة العمياء.

وعادة ما تكون العين الأخرى مفتوحة، ولذا يمكن أن تزودنا بالمعلومات المفقودة. ولكن هنا تكون إحدى العينين فحسب مفتوحة، ومع ذلك لا "تُرَى" المنطقة العمياء. فهناك دليل على أن المنطقة العمياء فى كل عين تُملأ بعمليات نشطة فى المرحلة الأولى من المعادلة البصرية فى المخ (فى المنطقة **V1**). لقد ابتكرنا "عالم الأعصاب راماكاندران **V. S. Ramachandran** وأنا" منطقة عمياء اصطناعية (عتمة **scotoma**) عن طريق النظر أو الحملقة بشكل ثابت فى منظومة صغيرة على شاشة حاسب آلي أو منطقة تشوش بصري (تشبه سربًا صغيرًا من النمل). ووجدنا أنه عندما ينظر إذ ذاك الأشخاص القائمون بعملية الملاحظة إلى شاشة خالية لها النصوع واللون نفسهما تقريبًا؛ فإنه يظهر مقدار كبير من البقعة الملونة غير المرئية الآن نفسها، أو منطقة التشوش؛ مختلقًا بشكل واضح فى المخ و"نازلاً" إلى الحيز البصري. وتؤيد هذا الاختلاق اللحائي النشط التجارب الحديثة التى يتم إجراؤها باستخدام التصوير بالرنين المغناطيسى الوظيفي. ويعد ملء العتمات والبقعة العمياء عملية جديرة بالملاحظة تخمينًا من أشكال تهديد الرؤية التى تحوم حول مركز الإبصار. إن قدرًا كبيرًا من الرؤية يعد خياليًا (**Ramachandran & Gregory 1991**).

# الفصل الخامس (ز)

## التناقض الظاهرى غير المحتمل والمستحيل

ربما لا يكون القول أو الإدراك ممكنًا، أو ربما يكونا مستحيلين منطقيًا. فالعوم في الأطلنطي غير محتمل تمامًا. والشقراء السوداء مستحيلة منطقيا. فالأولى - الاستحالة الإمبيريقية - يُحكم عليها أنها غير محتملة تمامًا من خلال المعرفة بالعالم. والثانية - التناقض المنطقي الظاهري - لا تتسق مع القواعد الرمزية، خصوصًا كيفية استخدام الألفاظ والكلمات. فلغتنا لا تسمح لنا بقول "هى شقراء بشعر أسود اللون". ولكنها تسمح لنا، على أية حال، بأن نقول. "كان يعوم في الأطلنطي"، على الرغم من أننا لا يمكن أن نصدق ذلك. ومنذ عدة سنوات فحسب لم يكن يمكننا الاعتقاد بالقول "كان يمشي على سطح القمر". لقد كان هذا غير محتمل تماما، على الرغم من أنه قد حدث.

وبصفة عامة يصدق القول بأن الأشياء غير المحتملة تصعب رؤيتها عن الأشياء المحتملة. فنحن نميل إلى رؤية الأشياء التى نتوقعها. وهذه الآثار يصعب تمامًا، على أية حال، أن تظهر بوصفها ظواهر متسقة. وتتمثل إحدى الطرق في استخدام الأشكال الغامضة المقلوبة، حيث يكون أحد البدائل محتملا أكثر من البدائل الأخرى. والأمثلة على غموض القلب، البطة

والأرنب (شكل رقم "١٦")، الذي يُرسم لكى يوازن بين البدائل المحتملة. ومن المهم أن نأخذ هذا المثال أو الأمثلة الأخرى ونعدلها. فإذا أطيلت الأذن، ففي الغالب سوف يُرى الشكل على أنه أرنب. ويسهل تعديل رسم الزهرية والوجوه لكى يجعل الوجوه أو الزهرية أكثر أو أقل احتمالاً. ويُرى مكعب نيكر بشكل متساو تقريبًا في جميع التوجهات؛ ولكن إذا رُسِم تبعًا للمنظور، فإنه سوف يكون أكثر ثباتًا حينما يُرى وجهه الأصغر على أنه أبعد، لكونه هو المرئى غالبًا ولمدد أطول.

في ظل المعلومات المحدودة جدًا، قد تتبيَّن الأشياء المحتملة بشكل متسق. ويتبيَّن هذا بدقة في تجارب جوهانسون **Johansson**، التى تُرى فيها صور بشر في حالة حركة من خلال مصابيح ضوئية خافتة قليلة العدد موضوعة على المفاصل - المرفقين والركبتين وما إلى ذلك. وهذا لا يفيد الأشياء الأقل ألفة، مثل الدمى الآلية، حينما نحتاج إلى أضواء خافتة أكثر كثيرًا في عددها حتى نراها.

## المستحيل إمبيريقيًا

عند الإمداد بوفرة من المعلومات يمكن أن نرى أشياء مستحيلة إمبيريقيًا، على الرغم من أنها تبدو ملغزة. ويعد حصان بين الأشجار (لوحة رقم "٣") مثالاً جيدًا على هذا. فنحن نرى حصانًا على الرغم من أننا نعلم أنه لا يمكن ركوبه، وكذلك لا يمكن أن يكون شيئًا حيًا في الواقع، ومع ذلك نرى الحصان المستحيل.

ويمكننا أن نتساءل بحق عن السبب في أننا نستطيع أن نرى الأشياء غير المحتملة إلى حد كبير، على الرغم من أننا نفضل بصفة عامة الأشياء المحتملة أكثر ونراها بسهولة أكبر. أغلب الظن أن السبب في ذلك هو أن الأشياء والأحداث غير المحتملة تقع فعلاً، وربما تحتاج إلى انتباه خاص في التعامل معها. إذ من الممكن أن يكون التعلم الإدراكي مستحيلاً إذا كنا عميان عن الأشياء غير المحتملة. ولكن لماذا نستطيع أن نرى المستحيلات المنطقية التي لن تحدث أبدًا؟

## التناقضات الإدراكية

إن الإجابة العامة، فيما أعتقد، فيما يتعلق بالسبب في أننا لدينا تناقضات ظاهرية بصرية إنما تتمثل في أن الإدراكات تعد بمثابة فروض وأن الفروض تعتمد على قواعد، تتصارع فيما بينها، كما تعتمد على افتراضات يمكن أن تكون خطأ. ويمكن أن تكون هناك أيضا بيانات متصارعة، خصوصا عندما تزودنا قناة متوازية أو أكثر بمعلومات غير صحيحة.

## تناقضات الإشارة الحسية

بما أن الحواس تعمل تبعًا للكثير من القنوات المتوازية، فإن هناك وفرة من الفرص للإشارات المتصارعة لاختلاق التناقضات الظاهرية. هذا النوع من المواقف مألوف في مجال العلم، مثلما يحدث عندما تختلف الأجهزة عن

بعضها البعض، بل إنه مألوف أيضًا في مجال الحياة العادية عندما يقدم شاهد الحادثة تفسيرات متباينة لها. ويجب أن يطرح الحكم المقدم من قبله في القول: "كانت في سيارة زرقاء تتجه نحو الشرق"، وأيضًا: "كان يقود دراجة بخارية تتجه نحو الجنوب" تفسيرًا واحدًا، أو يفترض أن هؤلاء كانوا أناسًا مختلفين، لكي يتحاشى التناقض الظاهري. إن نظم الهبوط الآلية تحتوى على حاسبات آلية مستقلة عديدة؛ فإذا ما اختلف أحدها بشكل ملحوظ عن الأخرى فإنه يُرفَض. والرفض مفيد لتحاشي التناقض الظاهري. ومما لاشك فيه أن المخ يرفض قدرًا كبيرًا من المعلومات المتصارعة. وقد يكون ذلك إشارات متصارعة، أو تتصارع تبعًا للمعرفة.

## الساخن والبارد

لقد أشرنا من قبل إلى تناقض بيركلي الظاهري للماء الفاتر الذي نحس فيه بالساخن والبارد في الوقت نفسه، عندما تتكيف إحدى اليدين مع الماء البارد والأخرى مع الماء الساخن (ارجع إلى المثال التفصيلي في الفصل الرابع من هذا الكتاب). وعلى الرغم من أن هذا مستحيل بالنسبة إلى شيء ما (بما في ذلك الماء) فإنه من الممكن تمامًا بالنسبة إلى إحدى اليدين أن تحس به على أنه بارد وتحس به الأخرى على أنه ساخن. وبشكل مشابه، فإن كلاً من درجتى الحرارة يمكن أن تشيرا إلى درجة حرارة الماء هي ٩٠° و١٠°، إذا لم تتم معايرتهما.

وقد يكون هناك إحساس متناقض ظاهريًا بالساخن والبارد من اليد نفسها. إذ إن الجلد يحتوى على مناطق صغيرة من النهايات العصبية التي تنقل إشارات عن الحرارة الساخنة، ونهايات عصبية أخرى تنقل إشارات عن درجة الحرارة الباردة. فالتنبيه الزائد للبقعة "الباردة" يمكن أن يعطينا إحساسا بالحرارة؛ وعلى هذا يمكن أن تسبب الحرارة الإحساسات الحارة والباردة في الوقت نفسه. ويمكن أن يتسبب في هذا أيضًا الإحساس ذو الأنابيب الساخنة والباردة التي تفصل بينها مساحات ضيقة جدًا. إن الإحساس الممتزج من الساخن والبارد يعد إحساسًا مميزًا. إنه إحساس لا يبدو مستحيلا، إنه مميز فحسب ويصعب وصفه.

يستحيل رؤية الحركة بدون تغير في الوضع أثناء الأثر البعدى للحركة. ويعد هذا بمثابة تناقض ظاهري آخر في الإشارة يرجع إلى القنوات المتوازية الخاصة بالموضع والحركة، ناقلاً إشارة بشكل مختلف. إنه يشبه صراع الشهود.

## نغمة شيبارد

هناك على الأقل تناقض ظاهري قوي في "الإشارة" السمعية - نغمة روجر شيبارد **Roger Shepard** المستحيلة. إنها تستمر في الارتفاع (أو الانخفاض) إلى الأبد، حيثما حدثت. فهي تحتوي ثراءً في تغيير الإيقاعات التي تقوم بعملية التغذية من خلال، عمليات الصعود أو النزول، إعطاء الإحساس بسجل التغير المستمر على الرغم من أنها لا تتغير في

العادة. وهذا يشبه الحركة البصرية إلى حد بعيد بدون تغيير المواضع في الأثر البعدي للحلزون الدوّار(١).

## التناقضات المعرفية

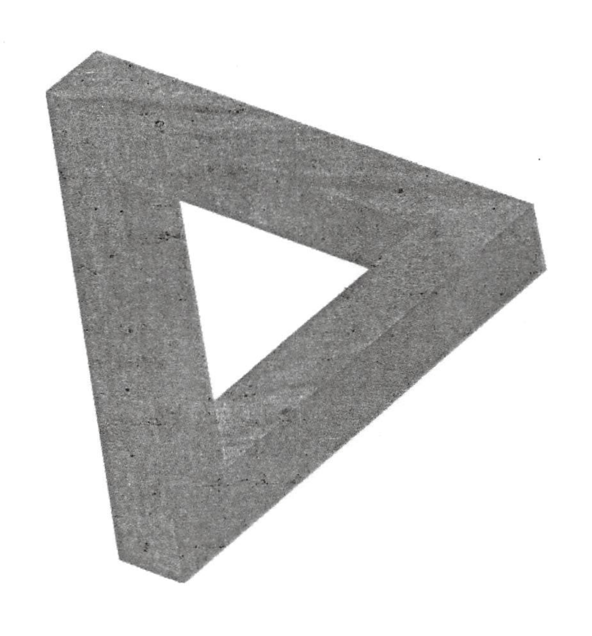
لقد كان من أوائل الأشكال المرتبطة بالتناقض الظاهري تصميم جميل قدمه أوسكار رويترزفيرد **Oscar Reutersvärd** إلى الطرز السويدية عام ١٩٣٢ (انظر الشكل رقم "٤٣").

يعد المثلث المستحيل للعالمين المتميزين (الأب، والإبن) لاينيل **Lionel** وروجر بنروز **Reger Penrose** عام ١٩٥٨، هو الأفضل في الرؤية حسب الاستمرار. أعتقد أنني كنت أول من بيَّن أن هذا الشكل يمكن إدراكه بوصفه شيئًا ثلاثي البعد، من خلال القطع الخشبية المستقيمة الثلاث، التي تبدو مستحيلة من أوضاع معينة(٢). وهذا الشكل يبيّن ما يحدث (الشكل رقم "٤٤"). حيث يبدو أن القطع الخشبية تتماس عند الأركان الثلاثة، على الرغم من أنها ليست كذلك عند ركن بعينه، وعلى ما يبدو فإن هذه القطع لها نفس الطول، على الرغم من أنها ليست كذلك، بسبب القاعدة البصرية القائلة بأن: الأشياء المتماسة لها الطول نفسه. وعادة ما تعمل هذه القاعدة بشكل جيد، ولكنها تعد ممكنة بكل ما في الكلمة من معنى فيما يتعلق بالأشياء المتماسة بصريًا، في الصورة الشبكية، ومع ذلك لا تتماس فيزيقيًا في العالم الخارجي، مثلما يمكن أن تكون عند أطوال وتخوم متباينة إلى العين. ويبدو المثلث مستحيلاً نظرًا

لأن الإبصار يفترض أن القطع الخشبية الثلاث تعد عند الأطوال نفسها، مثلما يبدو أنها تتماس عند الأركان. وهو افتراض خطأ.




شكل (٤٣). الطرز السويدية المستحيلة.



**شكل (٤٤). المثلث المستحيل.**

وعلى الرغم من أننا نعلم بطريقة عقلانية أنه افتـــراض خطـــأ، فـــإن الجهاز البصري يستمر في هذا الافتراض الخطأ، لتخليق التناقض الظاهري. (ويُرَى هذا المبدأ أيضًا في كليشيه هوجارث **Hogarth** عام ١٧٥٤، صـــياد السمك (انظر الشكل رقم "٢٢").

إن الحقيقة الغريبة بأن المثلث يظل يبدو مستحيلاً حتى عندما نعــرف الإجابة تبين حقيقة تركيب المخ. وتتمثل القابلية للتركيب في أن الإدراكـــات يتم تخليقها بشكل مستقل عن التصورات. ويعد هذا مثالاً واضحًا بشكل جميل لذلك الجزء من المخ الذى يعرف الإجابة بشكل عقلاني، ومع ذلك فهو غير قادر على إسداء العون للمخ البصري.

## الخداعات لدى الحيوانات

ليس من السهل قياس الخداعات لدى الحيوانات، وحتى الآن هناك قلة من الدراسات الثابتة إلى حد بعيد، خصوصًا لدى الرئيسيات. ولكن هناك عدد من التجارب المثيرة على الحشرات والطيور. والمثيــر للاهتمــام بــصورة خاصة هو عمل إيرين بيبربيرج **Irene Pepperberg** في مؤسسة مينــسوتا للتكنولوجيا على الببغاوات المتكلمة. فالببغاء المدرب بشكل جيــد يمكــن أن يحدد الشيء الكبير أو الشيء الصغير وكذلك لون الشيء بالإنجليزية. إلى حد أن إرين بيبربيرج تستطيع استخدام كلام الببغاء وكأنه ملاحظ آدمي. ولقــد وجدت هي وزملاؤها أن الببغاء لا يبيِّن فحسب خداع الحجم المعتاد، ولكنهم وجدوا أن التشويه يتأثر بالظروف المتباينة مشابهًا في ذلك للملاحظ الآدمي. وهى تعزو الخداع إلى خبرة الطائر ببيئات النجارين **(Segall, Campbell, and Herskovitz 1966)**، بل تسعى إلى اختبار الطيور حيث تعيش في ظل ظروف متنوعة.

# هوامش ختامية

(١) لقد قمت بعزف نغمة شيبارد في أحد برامج المذياع وهو برنامج "Desert Island Dices"، وتلقيت خطابات غاضبة من العازفين الموسيقيين!

(٢) R. L. Gregory, *The intelligent eye* (London: Weidenfeld, 1970).

## الفصل السادس

# خاتمة: من الإدراك إلى الوعى

يتمثل المخرج شديد الغموض للمخ في الوعى. وترتبط بعض الإدراكات، إن لم يكن جميعها، بالكيفية الحسية - أي إحساسات الأحمر والناصع والأسود وما إلى ذلك. وتعد الكيفية التي تتخلق بها تلك الكيفية الحسية عن طريق المخ غامضة إلى حد بعيد. ولكن لعلنا ينبغى لنا ألا نقلق بخصوص اختلاف الكيفيات الحسية والعمليات الفسيولوجية المسئولة عن تخليقها. من المعتاد بالنسبة إلى مجموعات الأسباب أن تختلف تماماً عن النتائج. فمثلاً، يتحد الأكسجين والهيدروجين لتكوين الماء، الذى يختلف تماماً فى خصائصه. إن جمع نموذج من طاقم من المكوّنات يجعل، لنقل، قفل النموذج العامل ذو خصائص مختلفة تماماً عن مجرد مجموعة قطع معدنية فى صندوق. وتختلف آلية القفل تماماً عن زمن (غامض) تسجيلها.

## التلويح بالحاضر

ماذا تفعل الكيفية الحسية، فعلياً؟ من خلال الكيفية التى تفكر بها فى الإدراك - بوصفه عملية معرفية شديدة الثراء، ذات معرفة من الماضى لتفسير الحاضر ومنقولة إلى حد بعيد من المنبهات الحالية - يمكننا أن نغامر بتخمين ماتفعله الكيفية الحسية. وبافتراض التطور والانتخاب الطبيعي، ينبغي لنا أن نتوقع أن الوعي له وظيفة داعمة للبقاء. فالإدراك يُبنى على المعرفة القديمة والمعرفة الفطرية والمعرفة المكتسبة الأكثر حداثة من الماضي، ذات

المعلومات الحالية الواردة من خلال الحواس الخاصة بسلوك الزمن الحقيقي. ونظراً لأن الإدراك يعتمد على المعرفة الواردة من الماضي، فيتعين أن تكون هناك مشكلة تمييز للأحداث الحالية عن الذكريات، وعن استباقات المستقبل (Gregory 1998). فهل من الممكن أن تقوم الكيفية الحسية للوعي بدور العلم الذى يشير إلى اللحظة الآنية؟

ويتم نقل إشارة عن الحاضر بواسطة منبهات الزمن الحقيقى الواردة من الحواس؛ ولكن بوصفها إدراكات تعد معرفة مسجلة في الذاكرة إلى حد بعيد، وتحتاج اللحظة الراهنة إلى التحديد بالنسبة إلى السلوك الملائم لما يحدث هنا والآن. فعند عبور شارع يحتاج المرء أن يعرف ما إذا كانت إشارة المرور المرئية على أنها حمراء هى حمراء فعلاً الآن، وليست إشارة حمراء من الماضي المتذكر أو المستقبل المستشرف. ولكي يكون السلوك مفيداً، ينبغي له أن يحدث فى زمن حقيقي. فالكيفية الحسية للحاضر لها نضارة خاصة يندر أو ربما يصعب اختبارها بالتذكر.

## تجربة ذاتية

حاول النظر إلى شيء ملوَّن مميَّز نوعاً ما، مثل رباط أحمر. ثم أغلق عينيك، وتخيل الرباط. عندئذ يخفت فجأة تخيل الكيفية الحسية الحيوية البصرية بالذاكرة. أليست هذه الحيوية هى التى تشكل "الواقع" الحاضر المدرك والآن؟

جرب هذا بالعكس. تخيل شيئاً مثل رباط أحمر بعينين مفتوحتين، ثم افتح عينيك وانظر إليه. عندئذ تكون الكيفية الحسية للحاضر شديدة الحيوية بالمقارنة بالذاكرة. وربما تحمينا هذه الكيفية من اختلاط الحاضر بالماضى المتذكر أو المستقبل المستشرف.

## بعض الاستثناءات التى "تثبت القاعدة"

هناك استثناءات موحية لتعرّف الحاضر. والمثال المشهور على ذلك يتمثل فى حالة السيد س، التى وصفها عالم الأعصاب الروسى الكسندر لوريا **Alexander Luria (Luria 1969)**. كان السيد س رجلاً ذا ذاكرة احترافية. ثم أصبحت ذاكرته المتسعة وخياله شديد الحيوية مختلطين بواقع الزمن الحقيقى إلى حد الحظر، مثلما حدث عندما اختلطت لديه إشارات المرور الراهنة بالمتذكرة. لقد قال: "إننى أنظر إلى الساعة ولمدة طويلة بينما أنظر إلى أيدى ثابتة كما هي، ولا أدرك مرور الوقت ... وهذا هو السبب فيما صرت إليه مؤخراً".

تُخبَر الكيفية الحسية غير المرتبطة بالإشارات الحسية الحالية فى الأحلام. فأثناء النوم ليس للحظة الراهنة أهمية أو دلالة خاصة، نظراً لأن السلوك يغيب أو يقل إلى أدنى قدر ممكن ولا يرتبط بالأحداث الراهنة. فعندما تنقطع المدخلات الحسية أو تُهمل، ربما يصبح الإدراك غير سوى. ويحدث هذا فى مواقف الانعزال، عندما يغيب التنبيه الحسي لساعات مديدة. وفى حالات العقاقير المثيرة للهلوسة وكذلك فى حالات الإصابة بالفصام، فإن

الكيفية الحسية تُخبَر بدون مدخل حسي؛ على الرغم من أن النشاط المخـــي المشابه يبدو حاضراً (Kosslyn et al. 1995). وإنه لمن المقـــرر أنـــه فـــي حالات العقاقير المثيرة يبدو أن الزمن يتوقف. ففـــي كتـــاب *The doors of perception* يصف ألدوس هيكسلي **Aldous Huxley** تغيرات الـــوعي التـــي يخبرها متعاطو العقار المثير للهلوسة المستمد من الصبَّار. وهو يقطع أنـــه **يكون مهماً فى التأثير**، ملائماً للملاحظ الإيجابي ("تعاني الإرادة من التغيـــر العميق نحو الأسوأ")، على الرغم من أن قدرته على التفكير المـــستقيم تعـــد ضعيفة إذا ما انخفضت بأية حال. ولذا فإنه يصبح "سوياً" تقريباً. ومما يعـــد موحياً بشدة، أن "الانطباعات البصرية تعد مكثفة جداً"، بينما "يُحَط من قيمـــة الاهتمام بالمكان ويهبط الاهتمام بالزمان إلى الصفر تقريباً". ويؤكد هيكسلي أن الألوان تُعزِّز حيويتها بشكل غير محدود، الأشياء المألوفة التى تبدو ذاتية الإنارة، في البريق الذاتي للحلي، بينما يتوقف الزمن بشكل أساسي، ملائمـــاً لـــ "المدة غير المحدودة أو بشكل تبادلي الحضور الإدراكى". وفـــى حالـــة المادة المشتقة من الصبار المثيرة للهلوسة والمواد الأخرى المثيرة للهلوســـة تعزِّز الإحساسات الكيفية الحسية الفائقة، ويؤكد الحاضر بما يتناســـب مـــع التدفق الضعيف للزمن.

والفكرة هي أن الكيفية الحسية تشير على نحو طبيعي إلى أن الحاضر لا يبدأ بتفسير كيف يتم إنتاج الكيفية الحسية عن طريق العمليـــات المخيـــة. هناك الكثير الذي يظل غامضاً. ولكنه يحتوى على تضمينات تتعلق بالوعي لدى الحيوانات الأخرى. كما أن الإدراك المستثار لكي يصبح أكثر براعـــة

عبر التطور، فإنه يتحرك قدماً من التحكم المباشر عن طريق المنبهات، كما اعتمد بشكل متزايد على فروض لما يمكن أن يكون فى الخارج. وبالتالى فإن تحديد ما يمكن أن يكون فى الخارج ينبغي له أن يصير الآن مشكلة متزايدة بارتقاء الوظيفة المخية المعرفية.

ولا يمكن ربط الذكاء بالحاضر المحسوس نظراً لأن الذكاء يحل المشكلات المستبقة. ويحررنا الذكاء من استبداد التحكم لحظة بلحظة بواسطة الحواس، ولكن بتكلفة غير محدودة هنا والآن. إنه تخمين بأن الكيفية الحسية تعد مفيدة فى الإشارة للحاضر، ولكن كما قالت السلحفاة: "لا أستطيع أن أتقدم خطوة إلى الأمام بدون بروز رقبتى إلى الخارج".

# المـــراجـــع

## 1 Paradigms of Perception

Bird, Alexander (2001), *Thomas, Kuhn*. Princeton University Press.

Cottingham, J., Stoothoff, R., and Murdock, D. (eds) (1985), *The Philosophical Writings of Descartes*. Cambridge: Cambridge University Press.

Dawkins, Richard (1976), *The Selfish Gene*, Oxford: Oxford University Press.

Gregory, R. L. (1974), Paradigms of Perception. *Proceedings of the Royal Institution, London*: 117-139.

------- (1981), *Mind in Science*. London: Weidenfeld & Nicolson.

------- (1997), Knowledge in perception and illusion, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* B, 352: 1121 – 8.

Hubel, D. H. and Weisel, T. N. (1962), Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *Journal of Physiology* 160: 106-64, and others.

Hyman, A. (1982), *Charles Babbage*. Oxford: Oxford University Press.

Korb, K. B. and Nicholson, A. E. (2004), *Bayesian Artificial Intelligence*. London: Chapman & Hall.

Kune, Thomas (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago, Press.

Luria, Alexander (1969), *The Mind of a Mnemonist: A Little Book about a Vast Memory*, New York: Cape.

Nagel, T. (1974), What is it like to be a bat? *Philosophical Review* 83: 435-50.

**2 Neuro-Archaeology**

Adamson-Macedo, Elvedina N. (2002), *The Psychology of Pre-term Neonates*. Heidelberg: Mates Verlog.

Aglioti, S., de Souza, J. F., Goodale, M.A. (1995), Size contrast illusions deceive the eye but not the hand. *Current Biology* 5: 679-85.

Bowler, Peter, J. (1989), *Evolution: The History of an Idea*. Berkeley: University of California Press.

Buss, David M. (1999), *Evolutionary Psychology*. Boston: Allyn & Bacon.

Chomsky, N. (1957), *Syntactic Structures*. The Hague: Mouton.

------ (1980), *Rules and Representations*. New York: Columbia University Press.

Coghill, G. E., (1914-36), Correlated anatomical and physiological studies of the growth of the nervous system of Amphibia. *Journal of comparative Neurology*, Parts I to XII.

Critchley, Macdonald and Critchley, Eileen (1998), *John Hugh lings Jackson: Father of English Neurology*. Oxford: Oxford University Press.

Darwin, Charles (1873), *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. London: John Murray. Reprinted University of Chicago Press (1965). For current views: Paul Ekman (1973), *Darwin and Facial Expression: A Century of Research in Re*view. New York: Academic Press.

Gesell, Arnold (1945), *The Embryology of Behaviour: The Beginnings of the Human Mind*. New York: Harper.

Goddard, s. (1995*), A Teacher's Window into the Child's Mind: A Non Invasive Approach to Learning and Behaviour Problems*. Eugene, OR Fern Hill Press.

------ (2002), *Reflexes, Learning and Behaviour: A Window into the Child's Mind*. Chester: INPP.

Goodale, M. A. and Milner, A. D. (1992), Separate Visual Pathways for Perception And Action. *Trends: Neuroscience* 15: 20-5.

Gould, Stephen J. (1980), *The Panda's Thumb: More Reflections in Natural History*. Harmondsworth: Penguin.

Gregory, R. L. (1970), *The Intelligent Eye*. London: Weidenfeld & Nicolson.

Grzegorz, Królickzak, Heard, P. Goodale, M. A., and Gregory, R. L. (2006), Dissociation of Perception and action unmasked by the Hollow-Face illusion. *Brain Research* 1080, Elsevier B.V.: 9-16.

Hill, H. and Bruce, V. (1993), Independent effects of lighting orientation and stereopsis on the Hollow- Face illusion. *Perception* 22: 887-97.

Huffman, D.A. (1968), Decision criteria for a class of 'impossible' objects. *Proceedings of the first Hawaii International conference on System Sciences, Honolulu.*

------- (1971), *Impossible Objects as Nonsense*. Machine Intelligence no. 6, ed. Bernard Meltzer and Donald Michie. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Kennedy, James G. (1978), *Herbert Spencer*. Boston: G. K. Hall.

Magnus, R. (1925), Animal Posture (Croonian Lecture), *Proceedings of the Royal Society*, B 98: 339-53.

Milner, A. D. and Goodale, M.A. (1995), *The Visual Brain in Action*. Oxford: Oxford University Press.

Pinker, Steven (1994), *The Language Instinct*. London: Allen Lane, The Penguin Press.

Ridley, Matt (1993), *The Red Queen*. Harmondsworth: Penguin Books.

Taylor, Michael W. (2007), *The Philosophy of Herbert Spencer*. London: Continuum.

Tooby, John and Cosmides, Leda (1992), Psychological Foundations of Culture, in J. Barcow, Leda Cosmides, and John Tooby (eds), *The Adapted Mind*. Oxford: Oxford University Press.

Wilson, E. O. (1975), *Sociobiology: A New Synthesis*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wolpert, Lewis (1998), *Principles of Development*. Oxford. Oxford University Press.

### 3 First Light

Anstis, S. (1974), A chart demonstrating variations in acuity with retina position. *Vision Research* 14: 589-92.

Bakewell, Frederick Collier (1853), *A manual of electricity, practical and theoretical*, 2nd edn (1857) London.

Darwin. C. (1844), *Essay*.

-------- (1849), *The Origin of Species*.

Darwin, Erasmus, (1803), *The Temple of Nature*.

Dawkins, R. (1976), *The Selfish Gene*. Oxford: Oxford University Press.

------- (1986), *The Blind Watchmaker*. New York: Norton.

Della Porta, Giavanni Battista (1589), *Natural Magic*.

Dennett, Daniel C. (1995), *Dangerous Idea*. London: Allen Lane, Penguin Press.

Descartes, R. (1664), *Treatise of Man*, English trans. 1972 by T. S. Hall. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Grant, Edward (2007), *A History of Natural Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press.

Gregory, R. L. (1964), A technique for minimizing the effects of atmospheric disturbance on photographic telescopes. *Nature* 2003: 274-5.

--------- (1966), *Eye and Brain*, 1st edn. London: Weidenfeld & Nicholson 5th edn (1997) Oxford: Oxford University Press.

-------- and Gombrich E. H. (eds) (1973), *Illusion in Nature and Art*. London: Duckworth.

Gruber, Howard E. (1974), *Darwin on Man: Early and Unpublished Notebooks*, annotated by Paul H. Barrett. New York: Dutton.

Hardie, Roger C. (1989). Sigmund Exner *The Physiology of the Compound Eyes of Insects and Crustaceans*. Berlin: Springer-Verlag, 93-7.

Translated from the (unattainable) German original: *Die Physiologie der facettierten Augen von Krebsen und Insecten* (1891).

Hoffstadter. D. R. and Dennett, Daniel C. (1945). *The Mind's Eye*. New York: Basic Books.

Land, M. F. and Nilsson, D.-E. (2002), *Animal Eyes*. Oxford: Oxford University Press.

Lyell, Charles (1830), *Principles of Geology*. 1997 edn. London: Penguin.

Nagel, T. (1974), What is it like to be a bat? *Philosophical Review* 83: 435-50.

Sarnat, H. B. and Netsky, M. G. (1974), *Evolution of the Nervous System*. 1981 edn. New York: Oxford University Press

Wilkie, J. S. (1953), *The Science of Mind and Brain*. London: Hutchinson's University Library.

### 4 Unlocking Locke

Berkeley, G. (1709), *Essay on a New Theory of Vision*.

Dennett, Daniel. C. (1991), *Consciousness Explained*. London: Penguin.

Locke, J. (1690), *Essay Concerning Human Understanding*.

Newton, I (1704), *Opticks*.

Russell, Bertrand (1945), *A History of Western Philosophy*, New York: Simon & Schuster

### 5 Kinds and Causes

Adrian, Lord A. D. (1928), *The Baiss of Sensation* and (1932) *Mechanisms of Nervous Action*. Cambridge: Cambridge University Press.

Craik, Kenneth (1943), *The Nature of Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Gibson, J. J. (1950), *Perception of the Visual World*. Boston: Houghton Mifflin.

Hick, W. E. (1952), The rate of gain of information. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 4.1: 11-26.

Hubel, David (1988), *Eye, Brain and Vision*. New York: Scientific American Library of Science.

Kanizsa, Gaetano (1955), Margini: quasi-percettivi in campi con stimolazione omogenea. *Revista di psicologia* 49.1: 7-30.

------ 1976), Subjective contours. *Scientific American* 234: 48-52.

Melchner, L., Pallas, S. L. and Sur, M. (2000). Visual behavior mediated by retinal projections directed to the auditory pathway. *Nature* 404.6780 (20 April): 871-6.

Miller, G. A. (1956). The Magic Number 7 plus or minus 2: Some Limits on our Capacity to Process Information., *Psychological Review* 63:81-97.

Penrose, L. S. and Penrose, R. (1956). Impossible objects: a special type of illusion. *British Journal of Psychology* 49:31.

Popper, Sir Carl (1972). *Objective Knowledge*. Oxford: Clarendon Press.

Shannon, Claude and Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Information*. Urbana, IL: University of Illinois Press.

Unglerleider. L. g. and Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems, in D. J. Ingle, M. A. Goodale, and R. J. W. Mansfield (eds), *Analysis of Visual Behaviour*. Cambridge, MA: MIT Press, 549-86.

Young, John Z. (1978). *Programs of the Brain*. Oxford: Oxford University Press.

Zeki, Semir (1999), *Inner Visions*. Oxford: Oxford University Press.

**5a Blindness**

Anstis, Stuart (1967). Visual adaptation to gradual change of intensity. *Science* 155: 710-12.

-------- (1979). Interactions between simultaneous contrast and adaptation to gradual changes of luminance. *Perception* 8: 487-95.

Gregory, R. L. (1961), The brain as an engineering problem, in W. H. Thorpe and O. L. Zangwill (eds), *Current Problems in Animal Behaviour*. London: Methuen.

-------- and Wallace, G. (1963), *Recovery from Early Blindness*. Monograph 2: Society of Experimental Psychology, Cambridge: Heffers.

Hick, William (1952), Experimental on the rate of gain of information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 4: 11-26.

Hull, John M. (1991). Touching the Rock. Preston Arrow.

Karnath, H. O. Milner, D., and Vallar, G. (2002). *The Cognitive and Neural Bases of Spatial Neglect.* Oxford: Oxford University Press.

Miller, G. A. (1956). The magic number seven plus or minus two: some limits on our capacity to process information,. *Psychological Review* 63: 81-97.

Robertson, Ian H. and Marshall, John C. (1980). *Unilateral Neglect: Clinical and Experimental Studies.* Hove: Lawrence Earlbaum.

Sacks, Oliver (1985). *The Man who Mistook his Wife for a Hat.* New York: Summit Books.

Shannon, Claude E. and Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Information.* Urbana, IL: University of Illinois Press.

### 5b Confounded Ambiguity

Fisher, Ronald (1934). *Design of Experiments and Statistical Methods.* Edinburgh: Oliver and Boyd.

Gregory R. L. and Cane. V. R. (1955). A statistical information theory of visual thresholds. *Nature* 176: 1272.

### 5c Flipping Ambiguity

Hill, H. and Bruce, V. (1993). Independent effects of lighting, orientation, and stereopsis on the Hollow Face illusion. *Perception* 22.8: 887-97.

Hohwy, J., Roepstorff, A., and Friston, K. (2008), Predictive coding explains binocular rivalry: an epistemological review, *Cognition* 108: 687-701.

Rubin, E. (1921). *Visuael Wahrgenommene Figuren.* Copenhagen: Gyldendalske.

Warren, R. M. and Gregory, R. L. (1958). An auditory analogue of the visual reversible figure. *American Journal of Psychology* 71: 612-13.

## 5d Instability

Bruce, V. and Young, A. (2000), *In the Eye of the Beholder: The Science of Face Perception*. Oxford: Oxford University Press.

Gregory R. L. (1959), A blue filter technique for detecting eye movements during the autokinetic effect: *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 11: 113.

------- (1977), Vision with isoluminant colour contrast IA projection technique and observations. *Perception* 6.1: 13-119.

------- (1995), Brain-created visual motion: an illusion? *Proceedings of the Royal society of London* B 260:L 167-8.

Howard, I. P. Rogets, B. J. (2002). *Seeing in Depth*, 2 vols. Oxford: Oxford university Press.

Livingstone, M. S. and Hubel, D. H. (1984), Anatomy and physiology of a colour system in the primary visual cortex. *Journal of Neurosciences* 4: 309-56.

Miller, D., Williams, D. R., Morris, G. M., and Laing, J. (1996), Images of cone receptors in the living human eye. *Visual Research* 36: 1067-79.

Ramachandran, V.S. and Gregory, R. L. (1978), Does colour provide an input to the human motion perception? *Nature* 275: 55-6.

Thompson, P. (1980), Margaret Thatcher: a new illusion. *Perception* 9.4: 483-4.

Wade, N. J. (1983), *Brewster & Wheatstone on Vision*. London: academic. Press.

Wheatstone, Sir Charles (1838), *Stereoscopic vision*. London: The Royal Institution.

## 5e Distortion

Boerse, J., Ashton, R., and shaw, C. (1992), the apparent shape of after images in an Ames Room. *Perception* 21: 262-8.

Dwyer, J., Ashton, R., and Boerse, J. (1990), Emmert's Law in the Ames Room. *Perception* 19: 35-41.

Feynman, R. P. (1985), *QED: The Strange Theory of Light and Matter*. Harmondsworth: Penguin.

Gillam, B. (1998)m Illusions at century's end, in J. Hochberg (ed.). *Handbook of Perception and Cognition* (2[nd] edn). London: academic Press, 95-136.

Gregory, R. L. (1963), Distortion of visual space and inappropriate constancy scaling. *Nature* 199: 678-90.

------- (1968). Perceptual illusions and brain models. *Proceedings of the Royal Society B* 171: 179-296.

------- (1980). Perceptions as hyptheses. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 290: 183-97.

------- (1997a), *Eye and Brain*, 5[th] edn. Oxford: Oxford University Press.

------- (1997b). *Mirrors in Mind.* Oxford: W. H. Freeman.

Gergory, R. L. (1999), Shaving in a mirror with Ockham's razor, *Interdisciplinary Science Reviews* 24.1 (Jan.): 45-51.

------- (2005). The Medawar Lecture 2001: Knowledge for vision: vision for knowledge. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences* 360. 1458-51.

------- (2008), Emmert's Law and the moon illusion. *Spatial Vision* 21.3-5: 407-20.

------- and Harris, J. (1975). Illusion-destruction by appropriate scaling. *Perception* 4: 203-20.

------- and Heard, P. (1979). Border Locking and the Café Wall Illusion. *Perception* 8.4: 365-80.

-------- --------- (1982), Luminance-induced shifts of edges and stereo depth, and 'Border Locking'. *Proceedings of the Physiological Society, Journal of Physiology* 327: 69-70.

-------- -------- (1983). Visual dissociations of movement, position and stereo depth: some phenomenal phenomena. *Quarterly Journal of Experimental Physiology* 35A: 217-37.

-------- Wallace, J. G., and Campbell, F. W. (1959). Changes in size and shape of visual after-images observed in complete darkness during changes of position in space. *Quarterly Journal of Experimental Physiology* 11: 54-5.

Helmhotz, H. von (1866). *Handbuch der Physiologischen Optik.* English translation (1924) by J. P. C. Southall, *Treatise on*

*Physiological Optics*. From the third German edn. (Hambeutg: Vossa). New York: Dover 1962. [Quotation from vol. III, p. 2].

Hick, W. E. (1952), The Rate of Gain of Information. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 4.1 11-26.

Holway, A. H. and Boring, E. G. (1941), Determinants of apparent visual size with distance variant. *American Journal of Psychology* 54: 21-37.

Humphry, N. K. and Morgan, M. J. (1965), Constancy and the geometrical illusion. *Nature* 208: 744-5.

Ittleson, W. H. (1968), *The Ames Demonstrations in Perce*ption. New York: Heffener.

------- and Kilpatrick, F. P. (1951). Experiments in Perception. *Scientific American* 185: 50-5.

Julesz, B. (1971), *Foundations of Cyclopean Perception*. Chicago: University of Chicago press.

Lit, A. (1949), The magnitude of the Pulfrich stereo-phenomenon as a function of binocular differences of intensity at various levels of illumination. *American Journal of Psychology* 62:159-81.

Murray, S. O., Boyaci, H., and Kersten, D. (2006), The representation of perceived angular size in the human primary visual cortex. *Nature Neuroscience* 109.3:439-44.

Rogers, B. J. and Anstis, S. M. (1972), Intensity versus adaptation and the pulfrich stereo phenomenon. *Vision Research* 12: 909-28.

Ross, H. and plug, C. (2002), *The Mystery of the Moon Illusion*. Oxford: Oxford University press.

Segall, H. H., Campbell, D. T., and Herskovits, M. J. (1966), *the Influence of Culture on Visual Perception*. Indianapolis: Bobbs-Merrill.

Smith, A. Mark (1996), Ptolemy's theory of visual perception. *Transactions of the American Philosophical Society* 86.2: 101-2.

Westheimer, G. (2007), Irradiation, border location, and the shifted-chessboard pattern, *Perception* 36: 483-94.

**5f Fiction**

Dennett, Daniel C. (1991), *Consciousness Explained.* Cambridge, MA: MIT Press.

Gregory R. L. (1972). Cognitive contours. *Nature* 238: 51-2.

------ (1978), Illusory contours and occluding surfaces, in S. Petry and G. E. Meyer (eds), *The Perception of Illusory Contours.* New York: Springer-Verlag, 131-42.

------ and Harris J. M.(1974), Illusory contours and stereo depth. *Perception and Psychophysics* 15.3: 411-16.

Harris, J. M. and Gregory, R. L. (1973), fusion and rivalry of illusory contours. *Perception* 2: 225-47.

Heydt, Petehans R. von der and Baumgartner, G. (1984), Illusory contours and cortical neuron responses. *Science* 224: 1260-1.

Hubel, D. H. And Weisel T. N.(1962), Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *Journal of Physiology* 160: 106.

Kanizsa, G. (1950), Subjective contours. *Scientific American* 235.4: 48-52.

Petry, Susan and Meyer, G. E. (1987), *The Perception of Illusory Contours.* New York: Springer-Verlag.

Ramachandran V. S. and Gregory R. L (1991), Perceptual filling in of artificially induced scotomas in human vision. *Nature* 350.6320: 699-702.

Schiller, Peter H. and Carvey, Christina E. (2005), The Hermann grid illusion, revisited. *Perception* 34.11: 1375-97.

Schumann F. (1900), Beitraege zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen. Este Abhandlung. Einige Beobachtungen uber die Zusammenfassung von Gesichtseindrue zu Einheiten. (Contribution to the analysis of visual perception. First paper: Some observations on the combination of visual impressions into units).

Woodworth, R. S. ( 1938), *Experimental psychology.* New York: Holt. (Schumann figure on P. 637.)

### 5g Paradox

Draper, S. W. (1978), The penrose triangle a family of related figures. *Perception* 7.3:283-96.

Ernst, B. (2006) *Optical Illusions*. Taschen.

Gregory, R. L. (1966), *Eye and Brain*. London: Duckworth: later editions Oxford: Oxford University Press.

Lockere, J. L. (2000) *The Magic of M. C. Escher*. New York: Harry N. Abrams.

Penrose, R. and penrose, L. (1958), Impossible objects: a special type of illusions. *British Journal of Psychology* 49: 31.

Reutersvard, O. (1934), *Swedish Postal Service (Postal)*.

Segall, M. H., Campbell, D. T., and Herskovitz, M. J. (1966), *The Influence of Culture on Visual Perception*. Indianapolis, IN: Bobbs-Merrill.

### 6 Perceptions to Consciousness

Darwin C. (1872), *Expression of the Emotions in Man and Animals*. London: John Murray.

Gregory R. L. (1980). Perceptions as hypotheses. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 290:181-97.

----- (1981), *Mind in Science*. London: Weidenfeld and Nicholson.

----- (1997), Knowledge in perception and illusion. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* B, 352.1: 121-8.

----- (1998), The brainy mind. *British Medical Journal* 317: 1693-5.

Huxley A. (1968), *The Complete Works of Aldous Huxley*. London: Chatto and Windus.

James, W. (1890), *Principles of Psychology*. London: Macmillan.

Kosslyn, S. M., Thompson, W. L., Kim, I. J., and Alpert, N. M. (1995), Topographical representations of mental images in primary visual cortex. *Nature* 378: 496-8.

Luria, A. (1969),*The Mind of a Mnemonist: A Little Book about a Vast Memory*. New york: Cape.

Mach, E. (1959). *Analysis of Sensation*, trans. S. Waterluw. New York: Dover.

Posner, M. I., and Raichle, M. E. (1994), *Images of Mind*. New York: Freeman.

Silbersweig, D. A., Stern, E., Frith, C., Cahill, C., Holmes, A., Grootonk, S. et al. (1995), A. functional neuroanatomy of hallucinations in schizophrenia. *Nature*. 378:176-9.

Wason, P. and Johnson-Laird, P. (1966), *Psychology of Reasoning*. London: Batsford.

## جدول (٢). الجدول الدوري للخداعات.

| أنواع الخداعات | أسباب الخداعات | | | |
|---|---|---|---|---|
| | الاستقبال | الإدراك | | التصور |
| | الإشارات الصاعدة | القواعد الجانبية | المعرفة النازلة | الفهم |
| العمى | **العمى الكلي**<br>جراء فقدان الضوء. أو اختلال المعالجة العصبية. ولا يمتلك العمى طويل الأمد إحساسا – مثل خلفية المرء.<br>**عمى الألوان**<br>بسبب فقدان القنوات اللونية، أو التغير الطيفي للمخروطات. و"الحديث العابر" بين القنوات. | **الإدراك الهراني**<br>القواعد غير الملائمة لا تعد القواعد الإدراكية قوانين فيزيائية. فهي تولّد فروضاً إدراكية قد تكون غير حسية. مثل المفارقات، من خلال المعرفة أو الافتراضات الخطأ.<br>وعندما تكون القواعد غير ملائمة، تظهر الخداعات ذات أداء فسيولوجي سوي. وإذن يجب أن يكون التفسير من خلال القواعد (أو المعرفة المضللة) وليس من خلال الفسيولوجيا. عندما يعمل هذا بشكل طبيعي. | **العجز عن الإدراك**<br>فقدان المعرفة البصرية وبالتالي نفشل في إدراك الأشياء المألوفة ذاتها.<br>**تغير العمى**<br>لا تُرى التغيرات الصغيرة غير المرتبطة بالموضوع. ويستمر "الفرض الإدراكي" حتى يتم فحصه أو تحديثه.<br>**عمى الغفلة أو عدم الانتباه**<br>كما في حالة الشعوذة.<br>**عمى الألفة**<br>تُهمل الإشارات قليلة المعلومات بوصفها عديمة الجدوى في الغالب. | **الإهمال**<br>بدون الفهم، يشبه العالم حيلة الشعوذة. ولكن الخبرة الإدراكية ربما تختلف تماماً عن الفهم التصوري، ويمكن أن يتعارض. |
| الغموض المحير | **تمييز المنبهات**<br>المحدود بفعل التشويش العصبي، والمفقود جراء تداخل منحنيات الاستجابة.<br>**اللون**<br>تحتاج المستقبلات المخروطية ضوءاً أكثر من المستقبلات العصوية. فالضوء الأحمر + الأصفر المخضر يبدوان هما | **الأشياء المميزة**<br>عندما تكون منبهاتها هي نفسها، يجب أن تبدو الأشياء المختلفة هي نفسها. يحتوي الشيء القريب جداً والبعيد إلى حد كبير على نفس الصورة. القطع الناقص كما في الدائرة الممالة. حجرة إيمز تحتوي على الصورة | **تصنيف الأشياء**<br>تدحض أنواع الأشياء المتباينة غالباً عندما لا تكون مألوفة أو مفهومة. مثل الحفريات. أو تصنيع السيارات. وتعد المعرفة المتخصصة ذات الفروق المحددة مهمة للتصنيف. | **التصنيف من خلال التفسيرات**<br>يمكن أن تكون التصنيفات دائرية - فالظواهر توحي بالتفسيرات والتفسيرات تتولى تفسير الظواهر. (يهدف تصنيف الكائنات الحية بناء على السلالة العامة إلى تحاشي الدائرية في التفسيرات التطورية وفقا لكونها |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | نفسيهما الأصفر أحادي اللون، مثلما تتداخل الأصباغ الحمراء والخضراء، ومن ثم يمثل كل منهما مزيجا. | الشبكية نفسيا مثل الحجرة العلية – وهكذا يجب أن تبدو هي نفسها. ولكن المثير عندما تكون الأشياء داخليا، كمثل الأشخاص. | | نظرية محايدة). |
| **غموض القلب** | **المرض المقدس**<br>الشبكات العصبية هي شبكات دينامية وربما تكون غير ثابتة جسديا، خصوصا عندما يفشل الكف والعائد السلبي، مثلما يحدث في حالة الصداع النصفي. | **الشكل والأرضية**<br>يمثل القرار الأساسي حدا فيماإذا كان هناك شيء موجود. ويرى هذا بشكل درامي في غموض قلب الشكل والأرضية، عندما لا يستطيع المخ أن يقنع عقله.<br>يبدأ تعرف الشيء من خلال القواعد العامة، مثل قوانين الجشطالت، ولكن عندما تكون غير ملائمة أو متصارعة، فإن الشكل والأرضية غير ثابتين. | **الإدراكات البديلة**<br>ينقلب الإدراك إلى تبديلات عندما لا يستطيع المخ الاقتناع بعقله. مثل مكعب نيكر، والبطة والأرنب.<br>**الوجه المجوف**<br>تعطينا الاحتمالات بشكل طبيعي الثبات، ولكنها قد تضللنا. (يبدو الوجه المجوف محدبا).<br>**الإبصار المجسم**<br>يحل صور غموض المسافة. | **إخفاق الحقيقة**<br>لا تنقلب الأشياء إلى أشياء أخرى، فيما عدا فيزياء الكم. ويفترض أن القياسات أو الإدراكات تؤدي إلى إخفاق الكثير من الاحتمالات في حقائق بعينها. ويعزى هذا الاختلاق للواقع بفعل الإدراك إلى الوعي أو الشعور. ولكن هذا يعد مبهما على وجه الإجمال. |
| **عدم الاستقرار** | **صور الموسيقى الراقصة**<br>الفنان البصري ماك كي ريز (تنبه الخطوط المتكررة خلايا الاستثارة والكف أثناء رجفات العين).<br>**التنافس الشبكي**<br>ومبض المعدن اللامع.<br>**تغير المحيطات**<br>في خداع أوشي متساوي النصوع (فقدان إغلاق الحدود ؟). | **التجميع**<br>تتجمع منظومات النقطة العشوائية ويعاد تجميعها، قواعد الجشطالت: الإغلاق، والاستمرار، ووحدة المصير وما إلى ذلك من خلال الاحتمالات البايزية.<br>**الأثر الزجاجي**<br>تبين منظومة النقط العشوائية المتراكبة على نفسها والمزاحة | **قياس الاتساق أو الثبات**<br>يبدو العالم بصفة عامة ثابتا على الرغم من حركة الشخص القائم بعملية الملاحظة. فصور الثبات تعوض جزئيا عن الحركة؛ ولكنها عندما تكون غير ملائمة، فإن قياس الثبات يولد خداعات الحركة، وتشويهات الحجم والشكل، وغيرها الكثير. | **الأشياء المتصورة**<br>يبني الإدراك فروضا بشأن الشيء في الزمن الحقيقي؛ ولكن التصورات تعد أبدية بصفة عامة. وكل منهما يعد غير ثابت في حالة البيانات المتصارعة أو غير الملائمة. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | بشكل طفيف خطوط، أو إذا تم تدويرها، دوائر. | | |
| **التشويه** | **تشويهات الإشارة** ترجع الكثير من الخداعات البصرية إلى أخطاء في الإشارة. مثل الحديث العابر والكف الجانبي. **الآثار البعدية** للحركة المستمرة، والتشويهات الناتجة عن الإمالة والانحناء والتردد المكاني واللون وغيرها. فالآثار البعدية يمكن أن تقوم بإعادة معايرة الحواس، ولكن قد يكون خطأ. | **التشوهات المعرفية** التشوهات الهندسية أو تشوهات "المنظور": مولر - لير؛ بونزو؛ هيرنج؛ بوجندورف؛ الأفقي الرأسي: قمر الحصاد، وغيرها. وفي نظرية التقدير المساء تطبيقها، يخفق توجه دلائل العمق في تقدير الحجم، الملامح المبلغة بورود إشارة بوصفها أكثر بعدا من كونها متمددة.ويمكن توجيه التقدير أيضا نحو الأسفل". | **الاستباق** يعد التنبؤ شيئا أساسياً للإدراك المعرفي، ولكنه قد يضللنا. **خداع الحجم والوزن** تشعر أن الأشياء الصغيرة أثقل من الأشياء الكبيرة التي لها الوزن نفسه. يحدث توقع خطأ، عندما تكون الأشياء الكبيرة أثقل عادة، مما يؤدي إلى شحذ قوة عضلية كبيرة جداً حينما تكون الأشياء هي نفسها فعلاً. | **الحقائق المرجعية** لا يمكن تشويه الشيء ذاته، ولكنه يمكن أن يختلف عن مرجعيات مقبولة. وبالتالي فإن القاعدة تلوى، أو طويلاً جداً أو قصيراً جداً، بفعل الرجوع إلى قاعدة ما أخرى، تكون مقبولة بوصفها "حقيقة". وبعد الرجوع إلى ما ليس بخداعات أساسيا نقياس الخداعات؛ على الرغم من أن الخداعات والأخطاء يمكن أن تبدو على أنها صور من عدم الاتساق الداخلي. |
| **الوهم أو الخيال** | **الإشارات الزائفة** تبدو الصور البعدية على أنها أشياء يمكن أن تمنح الصور ذاتيا، في الحيز الخارجي. **الحركة فاي** يبدو تبديل الأضواء المنفصلة على أنه ضوء متحرك وحيد، عن طريق تنبيه أجهزة الحركة العادية، التي تقدر على تحمل الثغرات. | **التجميع** تتجمع النقط العشوائية في أشكال تشبه الشيء، تبعا لقوانين الجشطالت التشابه، والمصائر المشتركة، وما إلى ذلك. **الأشباح أو الأوهام** قد تكون الثغرات التي تأخذ شكل الشيء دليل على الأشياء الأقرب المتوارية، مختلقة أشياء خيالية مثل مثلث كانتزا. | **الأشباح أو الخيالات** وجوه في النار؛ إنسان في القمر؛ بقع الحبر. هذه الخيالات تبين الديناميات الخلاقة للإدراك، عندما تستثار الفروض البديلة. وعندما يكون الإدراك ديناميا، تستطيع الإدراكات أن تتملص من تحكم المنبه، وتصبح لها حياة خاصة بها. | **المرتبط على نحو غير مباشر بالواقع** ترتبط الادراكات والتصورات في أحسن الأحوال على نحو غير مباشر بالواقع، وكونها تكوينات دينامية يمكن نزعها بسهولة بوصفها وهماً أو خيالاً. |

| التناقض الظاهري | الإشارات المتصارعة | الأشياء المستحيلة | صراعات المعرفة | العقل والفيزياء |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| | تنقل القنوات العصبية إشارات بمختلف خصائص الشيء وتحدد العمل. وقد لا تتفق القنوات المتوازية، كما يحدث عندما يتكيف البعض منها بشكل مختلف. وعندئذ يمكن أن يكون الإدراك مستحيلاً. فالأثر البعدي الحلزوني يتمدد أو ينكمش، حتى بدون تغيير في الحجم. | يمكن أن يتواجد المثلث المستحيل حتى من خلال مواضع معينة تبدو مستحيلة. والفروض الإدراكية المتولدة من افتراضات خطأ يمكن أن تكون متناقضة. وتتماس جوانب المثلث المستحيل بصرياً عند الأركان على الرغم من أن بعضها يتم فصلها في العمق. ويخلق افتراض التماس الخطأ فيزيقياً المفارقة أو التناقض. | رسم ماجريت لمؤخرة رأس الإنسان - مؤخرة الرأس التي تظهر في المرآة بدلاً من وجهه. ويعد هذا أمراً مثيراً للقلق، نظراً لأنه يقاوم معرفة المرء البصرية الضمنية للانعكاسات. تعد صراعات الإشارات في حالة التنبؤات الفاشلة مفتاحاً لتصحيح الإدراكات الجديدة الحالية والمثيرة. | على الرغم من أن المخ يعد جهازاً جسمياً فإن الإدراكات والتصورات لا يتم تحديدها عن طريق الفيزياء؛ ومن الممكن أن يؤدي عمله إلى رؤية وتخيل المستحيلات، حتى بالنسبة إلى خبرة التناقضات المنطقية. والكثير من هذا الشيء نفسه يملك برنامجاً حاسوبياً غير محدود أيضاً بالقوانين الفيزيائية، وربما ينطوي على تناقض. |

# مصطلحات وردت بالكتاب

| English | العربية |
|---|---|
| ABSTRACT IDEAS | أفكار مجردة |
| ABSTRACT THINKING | تفكير مجرد |
| ACCOMMODATION | تكيف العين |
| ACTIVE "HAPTIC" EXPLORATORY TOUCH | لمس استكشافي "جلدي" نشط |
| ACTIVE OBSERVER MOTION | حركة مشاهد نشط |
| ACTIVE TOP-DOWN GUESSING | تخمين نازل نشط |
| AFTER-IMAGES | صور بعدية |
| AGNOSIA | عجز إدراكى |
| ANCIENT BEHAVIOR PATTERNS | أنماط سلوكية قديمة |
| ANCIENT NERVE ENDINGS | نهايات عصبية قديمة |
| APPARENT SIZE | حجم ظاهري |
| APPERCEPTION | إدراك شعوري |
| ASSOCIATION AGNOSIA | عجز إدراكي متعلق بالتداعي |
| AUTISM | فصام طفولة |
| AUTO-KINETIC EFFECT | أثر الحركة الذاتية |
| BEHAVIORISM | المدرسة السلوكية |
| BOTTOM-UP PASSIVE RESPONDING | استجابة سلبية صاعدة |
| BOTTOM-UP SENSORY SIGNALS | إشارات حسية صاعدة |
| BRAIN CIRCUITS | دوائر مخية |
| BRAIN DAMAGE | إصابات مخية |
| BRAIN IMAGING | تصوير المخ |
| BRAIN IMPAIRMENT | خلل مخي |
| BRAIN INTERNAL PICTURES | صور مخية داخلية |

| | |
|---|---|
| BRAIN'S REPRESENTATIONS | تمثلات المخ |
| BRAINY MIND | عقل ذكي |
| CAFÉ WALL DISTORTION ILLUSION | خداع تشويه حائط المقهى |
| CENTER-SURROUND ORGANIZATION | تنظيم المركز المحيط |
| CENTRAL FOVEA | حفيرة مركزية |
| CENTRAL VISION | إبصار مركزي |
| CEREBRAL CORTEX | لحاء مخي |
| CEREBRAL PALSY | صرع |
| CLOSURE LAW | قانون الإغلاق |
| CLUELESS PERCEPTION | إدراك بلا دليل |
| COGNITIVE BRAIN PROCESSING | معالجة مخية معرفية |
| COGNITIVE ILLUSIONS | خداعات معرفية |
| COGNITIVE PERCEPTION | إدراك معرفي |
| COGNITIVE PLANNED BEHAVIOR | سلوك معرفي مخطط |
| COGNITIVE PROGRESSES | عمليات معرفية |
| COMMON FATE LAW | قانون المصير المشترك |
| COMPLEX CELLS | خلايا عصبية معقدة |
| COMPOUND EYES | عيون مركبة |
| COMPUTING NEURONS | خلايا عصبية حاسبة |
| CONCEPTUAL UNDERSTANDING | فهم تصوري |
| CONE PHOTORECEPTORS | مستقبلات ضوئية مخروطية الشكل |
| CONFIDENCE | ثقة بالنفس |
| CONSCIOUS INTENT | قصد شعوري |
| CONSCIOUS SEEING | رؤية شعورية |

| | |
|---|---|
| CONSCIOUSNESS | شعور أو وعي |
| CROSS-CONNECTIONS | اتصالات عابرة |
| CROSS-MODAL PHENOMENA | ظواهر متعلقة بأجهزة حسية مختلفة |
| CROSS-POLARIZATION | استقطاب عابر |
| CROSS-SENSORY ILLUSIONS | خداعات عابرة للحواس |
| DARK ADAPTATION | تكيف مع الظلام |
| DAWN OF PERCEPTION | بزوغ الإدراك |
| DELUSIONS OF THINKING | ضلالات التفكير |
| DEPTH CLUES | هاديات عمق |
| DOWN'S SYNDROME | زملة أعراض داون |
| E. G. BORING'S YOUNG WOMAN-OLD WOMAN | الفتاة والعجوز لبورنج |
| EBBINGHAUS (OR TITCHENER) ILLUSION | خداع إينجهاوس (أو تتشنر) |
| EMMERT'S LAW | قانون إمرت |
| EQUILUMINANA | تساوي الإضاءة |
| EVOLUTION OF BRAIN MECHANISMS | تطور الآليات المخية |
| EVOLUTIONARY DEVELOPMENT | نمو تطوري |
| EXPERIMENTAL OBSERVATIONS | ملاحظات تجريبية |
| EXPLORATORY EXPERIENCE | خبرة استكشافية |
| EXTRAPYRAMIDAL TRACT LESIONS | أعطاب المسار خارج الهرمي |
| EYE DISPARITY | تباعد بين العينين |
| EYE-HAND CO-ORDINATION | تآزر بين العين واليد |
| FALSE ASSUMPTIONS | افتراضات زائفة |
| FECHNER'S CONSTANT | ثابت فخنر |
| FIGURE-GROUND AMBIGUITY | غموض الشكل والأرضية |

| | |
|---|---|
| FLIPPING AMBIGUITY | غموض القلب |
| FLIPPING AMBIGUOUS FIGURES | الأشكال الغامضة المقلوبة |
| FOREBRAIN | مخ أمامي |
| FORM PERCEPTION | إدراك الشكل |
| FORM PROCESSING | معالجة الشكل |
| FULL-BLOWN PERCEPTIONS | إدراكات ناضجة |
| FUNCTIONAL DIFFERENCES | فروق وظيفية |
| FUNCTIONAL IMAGING | تصوير متعلق بالوظائف |
| FUSED COMMON-CONTOURS | محيطات مشتركة مندمجة |
| GENDER CHARACTERISTICS | خصائص متعلقة بجنس الشخص |
| HARVEST MOON ILLUSION | خداع القمر الجذاب |
| HIGH-LEVEL COGNITIVE EXPERIENCE | خبرة معرفية من المستوى الأعلى |
| HINDBRAIN | مخ مؤخري |
| HOLLOW FACE ILLUSION | خداع الوجه المجوف |
| HOLLOW FACE MASK | قناع الوجه المجوف |
| HYPERCOMPLEX CELLS | خلايا مفرطة التعقيد |
| ILLUSIONS OF SEEING | خداع الرؤية |
| ILLUSORY EXPANSION | تمدد خادع |
| IMPLICIT INNATE KNOWLEDGE | معرفة فطرية ضمنية |
| INAPPROPRIATE CONSTANCY THEORY | نظرية الاتساق غير الملائم |
| INFERIOR TEMPORAL CORTEX | لحاء صدغي سفلي |
| INNATE ONTOLOGY | علم الوجود الولادي |
| INNATE STRUCTURE | بناء ولادي |
| INSANITY | خبل عقلي |

| | |
|---|---|
| INTROSPECTION | استبطان |
| IRRATIONAL FEARS | مخاوف لاعقلانية |
| JASTROW'S DUCK-RABBIT ILLUSION | خداع البطة والأرنب لجاسترو |
| JULESZ RANDOM DOT STEREO | نقط جوليتز العشوائية المجسمة |
| LAW OF SPECIFIC ENERGIES | قانون الطاقات النوعية |
| LINE DETECTORS | كاشفات الخطوط |
| LOCAL BRAIN DAMAGE | إصابة موضعية للمخ |
| LOCAL SOFTENING | وهن موضعي |
| LOWER FUNCTIONS | وظائف دنيا |
| MAGNETIC RESONANCE SCANNING | مسح بالرنين المغناطيسي |
| MALFUNCTIONING PHYSIOLOGY | اختلال وظيفي فسيولوجي |
| MEDULLA | نخاع مستطيل |
| MEDULLAR MOTOR CENTERS | مراكز حركية بالنخاع المستطيل |
| MENTAL IMAGES | صور ذهنية |
| MENTAL ROTATION | تدوير عقلي |
| MENTAL SYMBOLS | رموز عقلية |
| MIDBRAIN | مخ أوسط |
| MIND BRAIN DUALISM | ثنائية العقل والمخ |
| MIRROR IMAGES | صور معكوسة |
| MOTION PARALLAX | اختلاف ظاهري للحركة |
| MOVING SCANNING RECEPTORS | مستقبلات الإحاطة بالحركة |
| MULLER SENSATIONAL PRINCIPLE | مبدأ موللر الحسي |
| MULLER-LYER ILLUSION | خداع موللر - لير |
| MULTI-CHANNEL COMPOUND EYES | عيون مركبة متعددة القنوات |

| | |
|---|---|
| NATURAL SELECTION | انتخاب طبيعي |
| NECKAR CUBE | مكعب نيكر |
| NEONATAL DEVELOPMENT | نمو وليدي |
| NERVOUS DISEASE | مرض عصبي |
| NEURAL CIRCUITS | دوائر عصبية |
| NEURAL NOISE | تشويش عصبي |
| NEURO-ARCHAEOLOGY | علم الآثار العصبي |
| NEURO-PHYSIOLOGICAL PSYCHOLOGY | علم النفس الفسيولوجي العصبي |
| NORMAL MENTAL DEVELOPMENT | ارتقاء عقلي سوي |
| OBJECT AND FACE RECOGNITION | تعرف الأشكال والوجوه |
| OBJECT PERMANENCE | ثبات الشيء |
| OBJECTIVE QUALITIES | صفات موضوعية |
| OBJECT-KNOWLEDGE ASSOCIATION | ارتباط بين الشيء والمعرفة |
| OCCLUSION | انطباق أو تغطية |
| OFF SURROUNDS | محيطات كف |
| OHO FACES ILLUSION | خداع الوجوه المقلوبة |
| OLFACTORY RECEPTORS | مستقبلات شمية |
| ON CENTERS | مراكز إثارة |
| ONE NEURAL CHANNEL | قناة عصبية واحدة |
| ONTOGENY | تطور الكائن الحي الفرد |
| ONTOLOGY | علم الوجود |
| OPTIC NERVE | عصب بصري |
| OPTICAL CHANNELS | القنوات البصرية |
| OPTICAL CHARACTER RECOGNITION (OCR) | تعرف بصري على الحروف |

| | |
|---|---|
| OPTICAL IMAGES | صور بصرية |
| ORGANS OF THE MIND | أجهزة العقل |
| ORIGIN OF MIND | أصل العقل |
| OVERLOADING | زيادة التحميل |
| OVER-STIMULATING | تنبيه زائد |
| PARALLEL PROCESSING | معالجة متوازية |
| PARNAM'S LIMIT | حد بارنام |
| PASSIVE PATTERN DETECTION | كشف سلبي للنمط |
| PASSIVE RESPONSES | استجابات سلبية |
| PERCEPTUAL FACE-CREATION | تكوين إدراكي للوجه |
| PERCEPTUAL LEARNING | تعلم إدراكي |
| PERCEPTUAL PROCESSING | معالجة إدراكية |
| PERIPHERAL RETINA | طرف شبكية العين |
| PERSONAL EQUATION | معادلة شخصية |
| PERSONALITY CHARACTERISTICS | خصال الشخصية |
| PERSPECTIVE ILLUSIONS | خداعات المنظور |
| PHASIC RECEPTORS | مستقبلات حسية طارئة |
| PHENOMENAL PHENOMENA | ظواهر ظاهراتية |
| PHYLOGENY | تطور السلالات |
| PHYSICAL OPTICAL DISTURBANCE | اضطراب بصري جسمي |
| PHYSIOLOGICAL ILLUSIONS | خداعات متعلقة بالفسيولوجيا |
| PHYSIOLOGICAL PSYCHOLOGY | علم النفس الفسيولوجي |
| PINROSE TRIANGLE | مثلث بنروز |
| PIPER'S LAW | قانون بيبر |

| | |
|---|---|
| PONZO ILLUSION | خداع بونزو |
| PREDICTIVE HYPOTHESES | فروض تنبؤية |
| PRE-HUMAN BEHAVIOR | سلوك بشري سابق |
| PRE-LINGUISTIC PERCEPTUAL CLASSIFICATION | تصنيف إدراكي سابق على اللغة |
| PRESSURE RECEPTORS | مستقبلات حسية للضغط |
| PRIMARY SENSE | حاسة أولية |
| PRIMARY VISUAL AREA V1 | منطقة بصرية أولية |
| PRIMITIVE RECEPTION | استقبال أولى |
| PRIOR KNOWLEDGE | معرفة سابقة |
| PROBABILITY-INDUCED FICTIONS | خيالات احتمالية الحدوث |
| PROPRIOCEPTORS | مستقبلات باطنية |
| PROSOPAGNOSIA | عجز عن تعرف الوجوه |
| PROTECTIONS | تحصينات وقائية |
| PROXIMAL SENSES | حواس قصيرة المسافة |
| PSYCHIC PROCESS | عملية نفسية |
| PSYCHOLOGICAL APPEARANCE | ظهور سيكولوجي |
| PSYCHOLOGICAL PROJECTION | إسقاط سيكولوجي |
| PSYCHOPHYSICS | فيزياء نفسية |
| PULFRICH PENDULUM PHENOMENON | ظاهرة بندول بولفرتش |
| QUALIA OF CONSCIOUSNESS | كيفيات حسية للشعور |
| REAL-TIME PERCEPTIONS | إدراكات الزمن الحقيقي |
| RECEPTIVE FIELDS | مجالات استقبالية |
| RECOGNITION OF OBJECTS | تعرّف الأشياء |
| REFLEX BLINKING | منعكس الإيماء |

| | |
|---|---|
| RETINAL DEGENERATION | تلف شبكية العين |
| RETINAL GANGLION CELLS | خلايا عقدية في شبكية العين |
| RETINAL IMAGE | صور شبكية |
| RIGHT-HEMISPHERE BRAIN | الشق الأيمن من المخ |
| ROD PHOTORECEPTOR | مستقبلات ضوئية عصوية الشكل |
| RUBIN'S VASE-FACES ILLUSION | خداع الزُهرية والوجوه لروبين |
| RULES OF PERCEPTION | قواعد الإدراك |
| SCANNING | إحاطة بصرية |
| SELECTIVE ATTENTION | انتباه انتقائي |
| SELECTIVE BRAIN DAMAGE | تلف مخي انتقائي |
| SENILITY | حالة الشيخوخة أو الخرف |
| SENSORY SIGNALS | إشارات حسية |
| SEXUAL SELECTION | انتخاب جنسي |
| SHAPE CONSTANCY | ثبات الشكل |
| SHAPING EFFECT | أثر التشكيل |
| SHELLSHOCK | حالة الارتجاج الدماغي |
| SIMPLE FLICKERING BRIGHTNESS | نصوع ومضي بسيط |
| SINGLE-CHANNEL MECHANISMS | آليات أحادية القناة |
| SIZE CONSTANCY | ثبات الحجم |
| SKIN RECEPTORS | مستقبلات حسية في الجلد |
| SOFTENED BRAIN | مخ واهن |
| SOPHISTICATED PERCEPTION | إدراك متمرس |
| SPATIAL FREQUENCY CHANNELS | قنوات تردد مكاني |
| SPINAL CORD | حبل شوكي |

| | |
|---|---|
| SPIRAL AFTER-EFFECT | أثر بعدي حلزوني |
| STARTLE REFLEX | منعكس الإجفال |
| STEREO VISION | إبصار مجسم |
| STORED KNOWLEDGE | معرفة مسجلة في الذاكرة |
| SUBJECTIVE QUALITIES | صفات ذاتية |
| SUPERHUMAN TASKS | مهام تفوق طاقة البشر |
| SURVIVAL OF THE FITTEST | "البقاء للأقوى" |
| SURVIVAL-ENHANCING FUNCTION | وظيفة معززة للبقاء |
| SYMMETRICAL SIZE-SCALING | مقياس متماثل للحجم |
| TELERECEPTORS | مستقبلات عن بعد |
| THREE-DIMENSIONAL SHAPES | أشكال ثلاثية البعد |
| THREE-DIMENSIONAL SPACE | فراغ ثلاثي البعد |
| TOP-DOWN BRAIN ACTIVITY | نشاط مخي نازل |
| TOP-DOWN KNOWLEDGE | معرفة النازلة |
| TOUCH EXPLORATION | استكشاف باللمس |
| TOUCH MAPS | خرائط لمسية |
| TOUCH RECEPTORS | مستقبلات لمسية |
| TRAUMATIC SYMPTOMS | أعراض صدمية |
| TROXLER EFFECT | أثر تروكسلر |
| UPWARDS AND DOWRNWORDS SCALING | تقدير صاعد ونازل |
| VERTEBRAL COLUMN | عمود فقاري |
| VERTEBRATE EMBRYOS | أجنة فقارية |
| VIRTUAL REALITY | واقع افتراضي |
| VISUAL "FICTIONS" | "خيالات" بصرية |

| | |
|---|---|
| VISUAL BRAIN | مخ بصري |
| VISUAL FIELD | مجال بصرى |
| VISUAL SIGNALS | إشارات بصرية |
| WALLPAPER ILLUSION | خداع ورق الحائط |
| WEBER-FECHNER LAW | قانون فيبر ــ فخنر |
| WEBER'S LAW | قانون فيبر |
| WOBBLY LENS | عدسة متذبذبة |
| WORKING ASSUMPTIONS | فروض عاملة |

## المؤلف في سطور:

### ريتشارد جريجوري

- أستاذ علم النفس العصبي المتقاعد بجامعة بريستول.
- نشرت له العديد من الكتب، من بينها: العين والمخ، والعين الذكية، ومرايا في العقل.
- محرر دليل أوكسفورد للعقل.
- محرر مؤسس لمجلة *Perception*.

## المترجم فى سطور:

### فؤاد أبو المكارم

- أستاذ علم النفس المعرفي المساعد بجامعة القاهرة.
- من بين مؤلفاته المنشورة: "أسس الإدراك البصري للحركة"، و"معجم مصطلحات التعاطي والاعتماد" (مشترك).
- مشارك في عدد من الكتب المترجمة، من بينها: "المرجع في علم نفس الإبداع"، و"الإبداع في المجال المؤسسي"، و"تاريخ علم النفس الحديث".
- نشرت له عدة بحوث متخصصة في عدد من الدوريات العلمية المحلية والعالمية.

التصحيح اللغوى: محمد الشربينى

الإشـــراف الفنى: حســـن كـــامل